

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní



Studijní program: M3106

Obor: 3106T 002 Chemická technologie textilní

UV tisk a pojiva

UV printing and binders

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Jan Panc

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Miroslav Prášil, CSc

Konzultant: Ing. Hana Mečkovská, Doc. Ing. Jakub Wiener, Ph. D.

Rozsah diplomové práce:

Počet stran: 55

Počet příloh: 6

Počet obrázků: 26

Počet tabulek: 6

Zadání

,

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá testováním základních vlastností tiskací pasty Ultraform UVFM na polyesterovou tkaninu, optimalizaci nanášení s ohledem na stálosti, testováním vlivu plazmatické předúpravy textilního substrátu a porovnáním s klasickým pigmentovým tiskem.

Sítotisková barva Ultraform UVFM je jednou z řady barev německé firmy Marabu. Tento typ barvy byl vybrán na základě odborných konzultací s firmou ServisCentrum a.s., jež provozuje v České republice poradenství, ohledně těchto produktů.

Polyesterová tkanina byla plazmaticky předupravena a následně paralelně potisknuta sítotiskovou barvou Ultraform UVFM. Snaha byla o získání co nejlepších stálostí po vytvrzení ultrafialovým zářením. Výsledky byly dále srovnávány s klasickým pigmentovým tiskem při hodnocení stálostí v otěru a praní.

Klíčová slova: pigmentový tisk, UV tisk, stálosti tisku

Abstract

This thesis deals with the fundamental properties of Ultraform UVFM printing pastes on polyester fabrics and the testing thereof. The following tests were carried out: application optimization with regard to stability, testing the impact of plasma pretreatment of the textile substrate and a comparison with conventional pigment printing.

Silkscreen printing paste Ultraform UVFM is one of the many types of printing pastes that the German company Marabou produces. This type of paste was selected for its expertise with the company ServisCentrum Inc., which operates in the Czech Republic, giving advice regarding these products.

Polyester fabric was pre-treated and subsequently the plasma parallel printed with the screen printing paste Ultraform UVFM. The aim was to get the best durability after curing by ultraviolet radiation. The results were then compared with conventional pigment printing in the evaluation of durability in wear and washing.

Key words: pigment printing, UV printing, printing stability

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Miroslavu Prášilovi, CSc za vedení při vytváření této diplomové práce.

Také bych rád poděkoval Doc. Ing. Jakubu Wienerovi, Ph. D. za jeho velmi užitečné poradenství týkající se této diplomové práce a za pomoc s ní spjatou.

Mé díky patří i Ing. Haně Mečkové za trpělivou a odbornou pomoc, kterou jsme obdrželi během procesu provádění zkoušek od firmy ServisCentrum a.s. a za dodání materiálových vzorků využitých při prvních testech.

Nakonec bych rád poděkoval všem členům katedry textilní chemie, kteří přispěli svými konzultacemi při řešení technických problémů a také své rodině za všestrannou podporu při studiu.

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že s o u h l a s í m s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom(a) toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum:

Podpis:_____

Obsah:

1. Úvod.....	8
2. Tiskací pasta.....	9
2.1 <i>Pigmentový tisk - složení tiskací pasty.....</i>	<i>9</i>
2.1.1. <i>Pigmenty.....</i>	<i>9</i>
2.1.2. <i>Pojidla.....</i>	<i>11</i>
2.1.3. <i>Zahušťovadla pro pigmentový tisk.....</i>	<i>13</i>
2.1.4. <i>Přísady do pigmentových tiskacích past.....</i>	<i>15</i>
3. Nanášení tiskací pasty – potiskování textilního materiálu pigmenty.....	16
4. Sušení materiálu po tisku, fixace pigmentu po zasušení.....	17
5. Výhody a nevýhody pigmentového tisku.....	18
5.1. <i>Výhody pigmentového tisku.....</i>	<i>18</i>
5.2. <i>Nevýhody pigmentového tisku.....</i>	<i>18</i>
6. Sítotisková barva UVFM, vytvrditelná UV zářením.....	19
6.1. <i>Základní informace.....</i>	<i>19</i>
6.2. <i>Vlastnosti.....</i>	<i>20</i>
6.3. <i>Způsob tisku.....</i>	<i>20</i>
7. Vytvrzování barev vytvrditelných UV zářením.....	21
7.1. <i>UV záření.....</i>	<i>21</i>
7.2. <i>Vytvrzování barvy.....</i>	<i>24</i>
7.3. <i>Fotoiniciátory.....</i>	<i>25</i>
8. Plazma.....	26
8.1. <i>Kritéria pro plazma.....</i>	<i>29</i>
8.2. <i>Povrchová modifikace textilních materiálů plazmatem.....</i>	<i>29</i>
9. Experimentální část.....	31
9.1. <i>Příprava vzorků.....</i>	<i>32</i>
9.1.1. <i>Extrakce PES tkaniny.....</i>	<i>32</i>
9.1.2. <i>Žehlení.....</i>	<i>33</i>
9.1.3. <i>Plazmatická předúprava textilního substrátu.....</i>	<i>33</i>
9.2. <i>Příprava tiskacích past.....</i>	<i>36</i>
9.2.1. <i>Příprava tiskací pasty Ultraform UVFM.....</i>	<i>36</i>
9.2.2. <i>Příprava tiskací pasty pro klasický pigmentový tisk.....</i>	<i>36</i>
9.3. <i>Potiskování PES tkaniny tiskacími pastami.....</i>	<i>37</i>

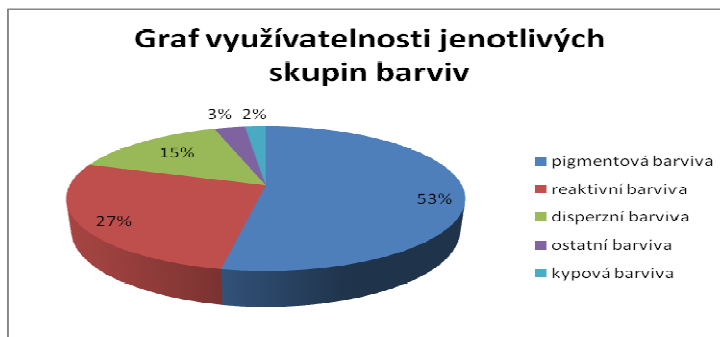
9.4. Fixace pigmentů na textilní materiál.....	39
9.4.1. Fixace (UV vytvrzování) pigmentů Ultraform UVFM.....	39
9.4.2. Zafixování pigmentu při klasickém pigmentovém tisku.....	42
9.5. Zkoušení stálobarevnosti, šedá stupnice.....	43
9.5.1. Zkoušení stálobarevnosti v otěru.....	44
9.5.2. Zkoušení stálobarevnosti v praní.....	45
9.6. Elektronová mikroskopie.....	47
9.7. Měření remise.....	48
10. Hodnocení výsledků – diskuze.....	49
10.1. Zkouška stálobarevnosti v otěru – barva Ultraform UVFM.....	49
10.2. Zkouška stálobarevnosti v otěru – klasický pigmentový tisk.....	50
10.3. Zkouška stálobarevnosti v praní – barva Ultraform UVFM.....	51
10.4. Zkouška stálobarevnosti v praní – pigmentový tisk.....	51
11. Závěr.....	53
12. Seznam použité literatury.....	54
13. Adjustace výsledků – přílohy.....	I. - XI

1. Úvod

Při textilním tisku dochází k vytváření vzorů na textilií nanášením tiskací pasty na nahodilá, nebo na předem určená místa textilie. Vedle barvení se jedná o jednu z nejdůležitějších zušlechťovacích technologií. Jde o velmi starou technologii zušlechťování textilií, přičemž potisk prošel od doby jeho vzniku dosti značnou přeměnou.

Z historie je známo, že tiskařské techniky začaly vznikat v Asii, a v Evropě se textilní tisk objevil teprve až okolo 10. století. Během pár stovek let se zdokonalovaly techniky, technologie a způsoby tisku, přičemž snaha vedla k mechanizaci ručního tisku (ručně se tisklo téměř do konce 19. století). V roce 1834 vzniká první mechanický tiskařský stroj, který sestrojil Francouz Perrot (proto název „Perotina“). Tento stroj využíval dřevěné tiskací šablony a textilie jím kontinuálně procházela. Dalším vývojem se ve druhé polovině 19. století rozšířil strojní válcový tisk. Tuto tiskařskou technologii vynalezl Skot Bell v roce 1785. Jako další přišel na svět vynález filmového tisku, který byl nejdříve ruční (s rámem a stěrkou). Vývojem se ovšem přešlo na filmový tisk s rotační šablonou, který má v dnešní době zastoupení v 50-ti procentech potisku. V posledních letech stále dochází k vývoji tiskařských technologií. Za zmínku stojí například vynález digitálního tisku.

Textilní materiály pro potisk mohou být jak přírodní, tak syntetické. Výběr barviva pro každý materiál závisí na jeho druhu. V potiskování jsou nejvíce využívány pigmenty, při barvení hlavně reaktivní barviva (viz.Obr.1).



Obr.1 Procentuální vyjádření využitelnosti jednotlivých barviv při barvení a potiskování textilií

2. Tiskací pasta

Tiskací pasta je jedním ze základních činitelů při tisku. Jedná se o silně zahuštěné roztoky nebo disperze barviv s obsahem dalších pomocných látek usnadňujících tisk nebo fixaci barviv na vlákna. [1]

Při tisku dochází k přenesení vzoru na textilií, přičemž barvivo se aplikuje z prostředí s poměrně vysokou viskozitou, jelikož by mohlo dojít ke zvětšení natisknutých ploch vlivem vztlákovosti roztoku barviva do stran. [2]

Některé tiskací pasty mohou být i bezbarvé, jelikož v tiskací pastě nemusí být barvivo, které obarvuje potištěná místa, ale můžou v ní být látky, které naruší strukturu již obarveného materiálu (leptový tisk – dojde k vyleptání vzoru) a nebo látky, které zarezervují potiskovaný materiál (rezervový tisk) proti obarvení

2.1 Pigmentový tisk - složení tiskací pasty

Tisk pigmenty je z více jak padesáti procent využíván v potiskování textilií. Tato technologie dostává před ostatními barvivy přednost pro svou rychlost, jednoduchost a úsporu financí. Tiskací pasta pro pigmentový tisk se skládá z pigmentu, pojidla, zahušťovadla a ostatních přísad.

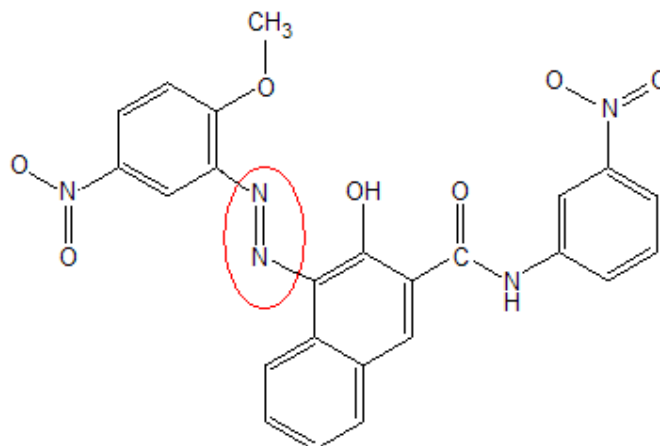
2.1.1. Pigmenty

Tyto látky se souhrnně nazývají koloranty. Koloranty dodávají tiskové barvě požadovaný barevný odstín. Pigmenty jsou především organické, ale i anorganické jemně mleté barevné prášky, které jsou nerozpustné nebo téměř nerozpustné ve vodě a organických rozpouštědlech. Pigmenty nemají afinitu k vláknu, a proto jsou upevňovány na povrchu textilního materiálu mechanicky pomocí pojidel.(viz.kap.2.1.2)

Pigmenty se dají rozdělit na:

- organické (velmi používané)
- anorganické (téměř nepoužívané)

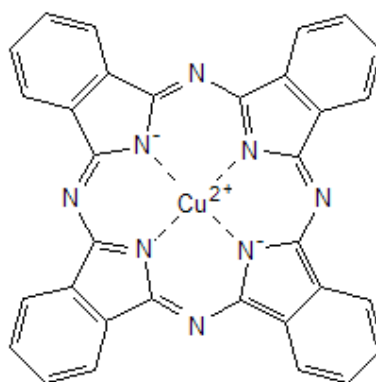
Nejvíce využívané pigmenty jsou azo pigmenty. $-N=N-$



Obr. 2 C.I. Pigment Red 23

Dalšími organickými pigmenty jsou neazo pigmenty. Patří sem například ftalocyanin.

Ten ovšem obsahuje měď, což je těžký kov, který je při zpracování neekologický.



Obr. 3 Ftalocyanin

Do skupiny anorganických pigmentů patří například chroman olovnatý $PbCrO_4$ (žlutý pigment) nebo oxid titaničitý TiO_2 (bílý pigment).

Pigmenty musí být dispergovány ve vodném prostředí. Dodávají se v kapalně fázi, přičemž obsah pigmentu je v rozmezí 30 – 50 %. Dalšími látkami jsou dispergátory (20%), který slouží ke stabilizaci pigmentu, antimikrobiální prostředky pro ochranu před vznikem plísní, glykol, který zvyšuje odolnost vůči mrznutí, voda a častým přídatkem je i odpěňovač silikonového typu.[3]

Další podstatnou vlastností pigmentů je velikost jednotlivých „zrníček“ pigmentu. Ty totiž ovlivňují barevný výtěžek, lesk a stálost. V textilním odvětví by měla být velikost „zrníček“ okolo 0,2 – 1 μm . Nejideálnější jsou mezi 0,2 – 0,5 μm .

Tab.1:Obchodní názvy pigmentů a výrobci (příklady): [4]

Obchodní názvy pigmentu	Výrobce
VERSAPRINT	OSTACOLOR a.s., ČR
HELIZARIN	fa BASF
NEOPRINT	fa LAMBERTI
UNISPERSE	fa CIBA

2.1.2. Pojidla

Pojidla jsou látky, které jsou nezbytnou součástí tiskací pasty. Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1.1. - pigmenty nemají afinitu k vláknům, a proto je nutné je mechanicky upevnit („zalepit“) na textilním materiálu. K tomu nám slouží pojidlo, které obklopí barevný pigment a vytvoří tenký film.

Jako pojiva tiskových barev se používají přírodní nebo syntetické látky, obvykle se jedná o výšemolekulární látky, které jsou schopny vytvořit na potiskovaném materiálu požadovaný tenký film, který je po zaschnutí nelepivý, dostatečně pružný a s dobrou adhezí. Pojivo obsahuje samotné filmotvorné látky, nebo častěji jejich roztoky v rozpouštědlech. Před tiskem zajišťuje pojivo stabilitu disperzní soustavy, při tisku umožňuje přenos barvy na potiskovaný materiál a po tisku váže pigment na povrchu potištěného materiálu. [5]

Pojidlo musí mít dobrou schopnost k tvorbě transparentního, bezbarvého filmu takové tloušťky, aby film nebyl příliš tvrdý, ale ani lepivý, byl elastický a stabilní k mechanickému a chemickému zpracování.

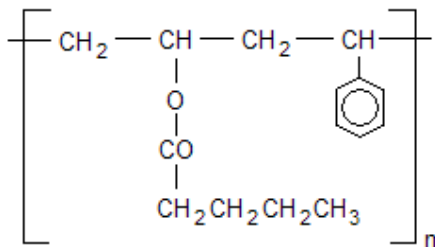
Vlastnosti pojidla určují kvalitu potištěné či obarvené textilie, tzn. kvalitu omaku a stálosti. I pojidlo tedy podléhá mnoha požadavkům:

- odolnost vůči kyselinám
- stálosti na světle
- odolnost proti stárnutí, počasí a teple
- stálosti v suchém a mokrému otěru
- měkký omak
- fyziologická neškodnost
- snadné vyjmutí ze strojových součástí (např. válce, pryžové potahy atd.) [4]

Dříve se využívala přírodní pojidla jako je kliš, želatina apod. Nejčastěji používanými pojidly dnes jsou syntetická akrylátová a butadienová pojidla

Akrylátová pojidla

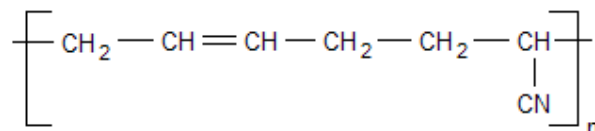
Jsou to stabilizované a samosít'ující emulze akrylátových monomerů. Akrylátová pojidla poskytují velmi dobré mokré stálosti a stálost v chemickém čištění, ale horší stálosti v mokrému a suchém otěru. Mají dobré stálosti na světle, nenastává žloutnutí potištěného zboží. [6]



Obr. 3 Sokrat 4924, kopolymer esterů kyseliny akrylové se styrenem

Butadienová pojidla

Jsou to samostatné nebo modifikované butadien-akrylonitrilové emulze. Ve srovnání s akrylátovými pojidly poskytují horší mokré stálosti, naopak však mají lepší stálosti v suchém i mokřém otěru. Jsou vhodné pro tisky, které jsou vystavené dlouhodobé světelné expozici (nábytkoviny). [6]



Obr. 4 Acramin BA, kopolymer butadien-akrylonitril

2.1.3. Zahušťovadla pro pigmentový tisk

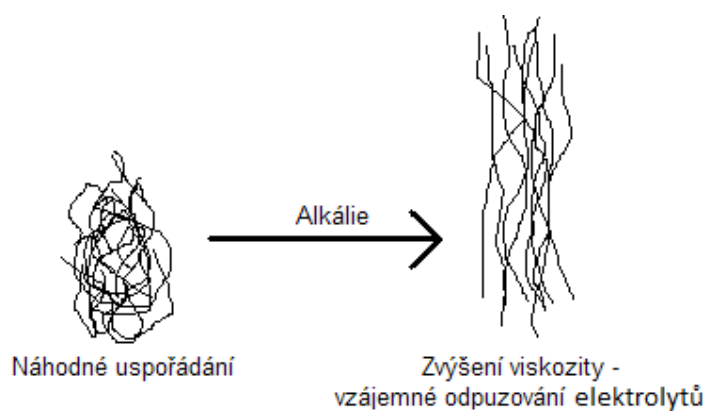
Aby nedocházelo při tisku k rozpíjení (vzlínání) barviva do plochy vzoru, je nutné vytvořit prostředí s vysokou viskozitou. K tomu nám slouží zahušťovadla. Ty pak mají zásadní vliv na protisk, barevnou intenzitu, ostrost a jemnost tisku.

V souladu s ekologickými a bezpečnostními potřebami se v současné době již nepoužívají emulzní zahušťovadla s lakovým benzinem. Byly vyvinuty čistě vodní systémy se syntetickými zahušťovadly na bázi polykarbonových kyselin (velmi vhodné pro pigmentové tiskací pasty). Předností těchto zahušťovadel, kromě ekologické nezávadnosti, jsou vhodné tokové vlastnosti a vysoká čistota. [6]

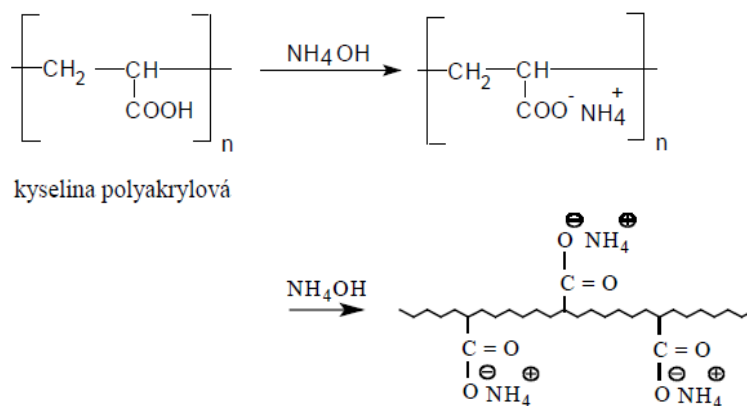
Zahušťovací účinek syntetických zahušťovadel je úměrný stupni disociace. V nedisociovaném stavu je viskozita nízká. Po chemické stránce se jedná o deriváty kyseliny akrylové. Tyto zahušťovadla jsou na bázi kopolymeru kyseliny akrylové, kdy při smíchání s vodou vzniká nízká viskozita disperze (molekuly jsou náhodně uspořádány). Po přidání alkálie jsou karboxylové skupiny ionizovány, což způsobuje natažení polymerních řetězců vzájemným odpuzováním elektrolytů. Tím se zvyšuje viskozita. [7]

Tab.2: Obchodní názvy syntetických zahušťovadel a jejich výrobci (příklady):

Obchodní názvy syntetických zahušťovadel	Výrobce
Lambicol L 91/S	fa Lamberti
Acraconz	fa Bayer
LUTEXAL HIT	fa BASF



Obr.5 Natažení polymerních řetězců vzájemným odpuzováním elektrolytů



Obr.6 Disociace kyseliny polyakrylové vlivem amoniaku

Požadavky na záhustky v pigmentovém tisku:

- ostrost kontur
- egálnost vybarvení
- nesmí reagovat s barvivý nebo chemikáliemi používanými k přípravě tiskacích past
- jednoduchá příprava (rozmíchání ve studené vodě)
- vysoká čistota
- ekonomicky výhodná cena
- vhodné reologické vlastnosti
- dobrá biologická odbouratelnost v odpadních vodách, případně odstranitelnost vysrážením
- dostatečné ochranně – koloidní vlastnosti k udržení barviv a pomocných látek roztoku nebo disperzi
- vyloučení negativního vlivu na stálosti barviv [4]

2.1.4. Přísady do pigmentových tiskacích past

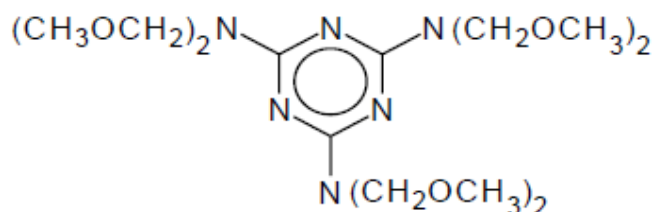
Tiskové barvy musí kromě reologických požadavků splňovat také specifické požadavky jednotlivých tiskových technik a použitých materiálů. Proto se přidávají pomocné látky - aditiva. Jedná se o látky, které jsou přidávány v malém množství, ale výrazně nám upravují vlastnosti barvy. Mezi aditiva se řadí emulgátory, změkčovadla, fixační prostředky, katalyzátory, modifikátory reologických vlastností apod

emulgátory – látky sloužící ke stabilizaci disperze, mají však význam při použití především emulzních záhustek. Ty jsou jak je známo neekologické a téměř nepoužitelné.

změkčovadla – tyto látky v podstatě „změkčují“, snižují tuhost pojidlového filmu. Jedná se o nízkomolekulární látky. Tyto látky způsobují bobtnání pojidlového filmu, čímž dochází ke zvětšení vzdáleností mezi jednotlivými molekulami pojidla a tím i jejich pohyblivost. Jsou na bázi syntetických silikonů.

modifikátory reologických vlastností – Slouží k řízení viskozity pigmentových tiskacích past.

fixační prostředky – přidáním fixačních prostředků dochází k zesílení pojidel a syntetických záhustek. To má výborný vliv na mokré stálosti. Fixační (zesítující) prostředky jsou vhodné pro syntetické textilní materiály, méně už pro přírodní textilní materiály. Po chemické stránce se jedná většinou o eterifikované melaminoformaldehydové kondenzáty. Například Pryskeřice MH (hexamethoxymethylmelamin). [6]



Obr. 7 Pryskeřice MH (hexamethoxymethylmelamin)

Problémy způsobuje vyšší obsah volného formaldehydu. V posledních letech již některé firmy začaly vyrábět fixační prostředky s velmi nízkým obsahem volného formaldehydu, které jsou vhodné např. pro tisk lůžkovin, které přijdou do kontaktu s kůží a u nichž je požadována úplná nepřítomnost formaldehydu nebo max. do obsahu 50 ppm. [6]

3. Nanášení tiskací pasty – potiskování textilního materiálu pigmenty

V podstatě se jedná o přenesení vzoru (nanesení tiskací pasty) na potiskovaný materiál vybranou tiskací technikou. Tiskací techniky se z chemického hlediska dělí na přímý tisk, leptový tisk, rezervový tisk a speciální tiskací techniky (africký tisk, vypalovací efekty apod.). Dále se z mechanického hlediska dělí na ruční tisk, válcový rotační tisk (pomocí rytých měděných válců), tisk plochými nebo rotačními šablonami a na speciální techniky tisku (přenosový tisk apod.) [7]

Pro pigmentový tisk se využívá tisk přímý. Mohou se využít techniky:

- ruční tisk
- válcový rotační tisk
- tisk plochými šablonami
- tisk rotačními šablonami

4. Sušení materiálu po tisku, fixace pigmentu po zasušení

Další důležitou operací při potiskování je zafixování barviva na potištěném materiálu. Materiál se nejdříve suší teplým vzduchem okolo 60 - 80°C. Poté následuje fixace pigmentu. Fixačním médiem může být horký vzduch, přehřátá nebo nasycená pára. V praxi se nejvíce využívá fixace horkým vzduchem. Fixační doba je 5 minut při 150°C. Je to naprosto stejný postup jako u fixace přehřátou parou (5 minut při 150°C). Paření nasycenou parou za atmosférického tlaku není až tak dokonalým způsobem pro zafixování pigmentu jako předcházející dvě média. Při zafixování tímto médiem dochází k horším stálostem než u prvních dvou. [1] Operace praní po fixaci odpadá.

5. Výhody a nevýhody pigmentového tisku

5.1. Výhody pigmentového tisku

- universální použití na různých materiálech a směsí vláken
- jednoduchá příprava tiskacích barev
- není nutné po fixaci materiál prát
- dobrá stabilita tiskacích barev v čase
- velmi dobrá viditelnost a snadná zjistitelnost chyb při tisku
- konečný vzhled barev
- možnost použití různých způsobů fixace
- jednoduchý technologický postup
- možnost speciálních efektů v tisku
- značně široká paleta barviv s vysokou stálostí na světle
- nižší výrobní náklady ve srovnání s jinými afinitními skupinami barviv

5.2. Nevýhody pigmentového tisku

- tužší omak textilie
- nižší stálosti v otěru
- občasné zasychání tiskací pasty na šablonách

6. Sítotisková barva UVFM, vytvrditelná UV zářením

6.1. Základní informace

Tato barva byla vybrána po odborných konzultacích s firmou ServisCentrum a.s., jelikož je nejpružnější a tím pádem nejlépe využitelná při tisku na textilní substráty. Jedná se o barvu na bázi reaktivních akrylátů.

Jde v podstatě o disperzi pigmentů v tekuté, předpolymerizované pryskyřici, která je smíchána s reaktivními ředidly (monomery). Další důležitou složku této barvy tvoří fotoiniciátor s absorpční schopností v UVA oblasti, který je vlastně iniciátorem celé reakce, vznikající při vytvrzování barvy. Je pochopitelné, že kromě těchto základních složek obsahuje barva další příměsi, jež mají za úkol ovlivnit výsledné vlastnosti této

barvy. Jedná se především o přísady ovlivňující skladovatelnost, lesk, dále pak nejružnější plnidla, matovací prostředky apod. Výhodou barvy oproti běžným barvovým systémům sušeným fyzikálně je pak to, že neobsahuje žádná prchavá rozpouštědla.

[8]

UVFM je universální velmi pružná sítotisková barva určená pro široké spektrum zakázek a potiskovaných materiálů v grafickém sítotisku.

Barva UVFM se využívá hlavně na následující potiskované materiály:

- samolepící PVC folie
- neměkčené PVC
- polystyren
- polykarbonát
- předupravený polypropylen
- papír a karton

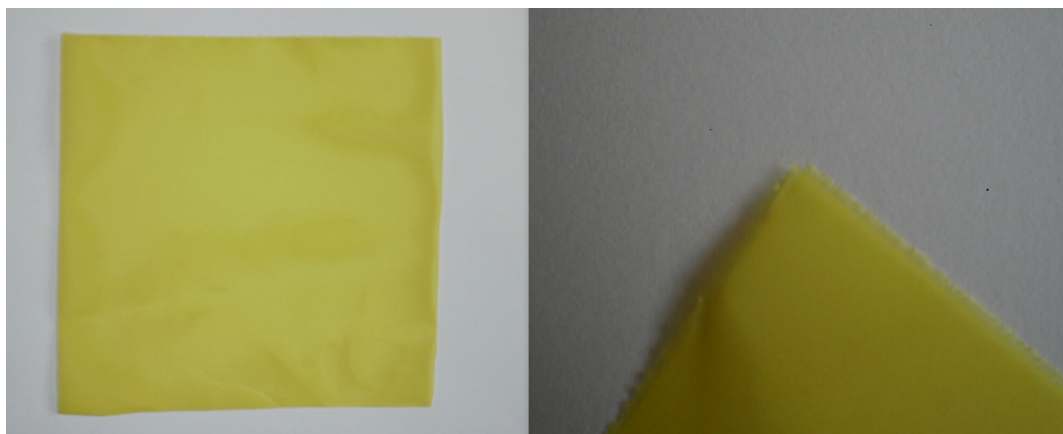
6.2. Vlastnosti

Jedná se o lesklou, elastickou a pružnou barvu, vhodnou pro hluboké tažení, s obsahem velmi kvalitních pigmentů. Barva je připravena pro tisk s velmi dobrou reprodukcí jemných detailů.

6.3. Způsob tisku

Barva se tiskne přes polyesterovou síťovinu, která je utkána plátnovou vazbou 1:1. Tato síťovina musí být natažena na rámu s napnutím minimálně 16N. Velmi důležitou roli hraje jemnost síta. Jemnost se pohybuje v rozmezí 120 až 165 mesh.

mesh → počet nití připadajících na jeden anglický palec (2,54 cm) síta



Obr. 8 Snímek síťoviny 120 mesh

7. Vytvrzování barev vytvrditelných UV zářením

Před samotnou technologií a principem vytvrzování speciálních barev UV záření, si je nutno uvést, co vlastně UV záření je.

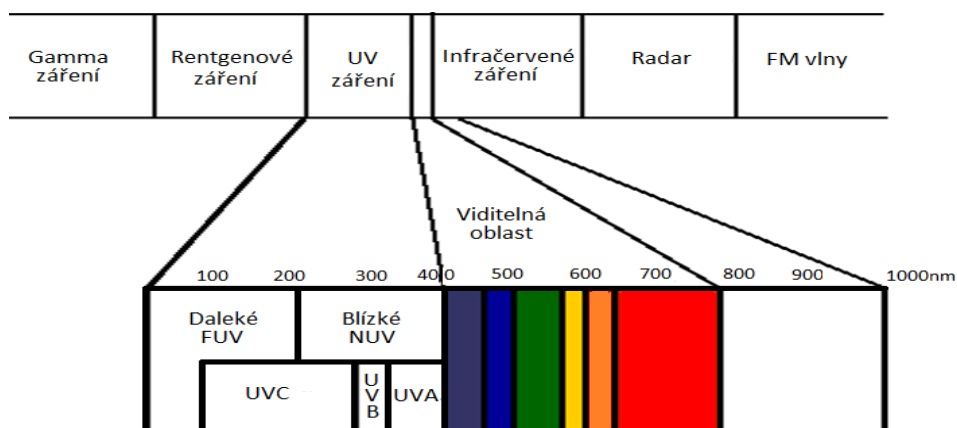
7.1. UV záření

Obecně lze říci, že UV záření je druh elektromagnetického záření, jehož energie se šíří ve formě vln. Tyto vlny je možné charakterizovat jejich délkou, označovanou jako vlnová délka, udávanou v nanometrech, a pak také jejich intenzitou. Při měnění se vlnové délce se mění vlastnosti záření. Existují barvové systémy, jež reagují na krátkovlnné vytvrzení, na druhou stranu pak některé systémy pro své vytvrzení vyžadují dlouhovlnné UV záření (dlouhovlnné vytvrzení). [8]

Elektromagnetické spektrum ultrafialového záření může být rozděleno do několika skupin. Návrh ISO standard na určení slunečního záření (ISO-DIS-21348) popisuje následující rozsahy (viz.tab.3) [9]

Tab. 3 Návrh ISO standard na určení UV slunečního záření

Název záření	Zkratka	Vlnová délka [nm]	Energie na foton[eV]
Blízké	NUV	400 nm - 300 nm	3,10 – 4,13
UVA, dlouhovlnné, „černé světlo“	UVA	400 nm - 320 nm	3,10 – 3,94
Střední	MUV	300nm – 200nm	4,13 – 6,2
UVB, středovlnné	UVB	320 nm - 280 nm	3,94 – 4,43
UVC, krátkovlnné, „dezinfekční“	UVC	280 nm – 100nm	4,43 – 12,4
Daleké	FUV	200 nm - 122 nm	6,20 – 10,2
Vakuové	VUV	200 nm – 10nm	6,20 - 124
Extrémní	EUV	121 nm – 10 nm	10,2 - 124



Obr. 9 Spektrum elektromagnetického záření

UVA

Toto záření se nachází v rozmezí vlnových délek λ od 315 do 400 nm. UV záření, které dopadne na zemský povrch je z 99% ze spektrální oblasti UVA.

UVB

Toto záření se nachází v rozmezí vlnových délek λ od 280 do 315 nm. Z převážné většiny se UVB záření absorbuje ozónem na povrchu Země v ozónové vrstvě. Pro živé organizmy může být zhoubné a také má špatný dopad na zrak člověka. Takto tvrdé záření dokáže narušit až zcela spálit čípky a tyčinky, gangliové buňky a nervová zakončení v rohovce. Narušení zraku může vést až k tzv. „sněžné“ slepotě.

UVC

Vlnová délka tohoto záření se pohybuje pod 280 nm. Jedná se tedy o velmi tvrdé UV záření. UVC záření má negativní vliv na člověka, ale i na rostliny. I velmi malé zasáhnutí očí může způsobit například zánět spojivek. Toto záření na zemský povrch nedopadá.

Zdrojem ultrafialového záření jsou tělesa zahřátá na vysokou teplotu nebo speciální výbojky. Největší podíl ultrafialového záření na Zemi má bezpochyby Slunce. Mezi zdroje vyzařující UV záření patří dále například elektrický oblouk, vznikající při sváření nebo rtuťová výbojka.

Sluneční UV záření dopadající na Zemi:

Záření UVB a UVC je zodpovědné za generaci ozonové vrstvy. UVC záření rozbíjí dvouatomové molekuly kyslíku na jednotlivé atomy podle rovnice I.:



Atomy kyslíku jsou vysoce reaktivní, reagují s jinými dvouatomovými molekulami kyslíku a tvoří molekulu tříatomovou – ozon - podle rovnice II.:



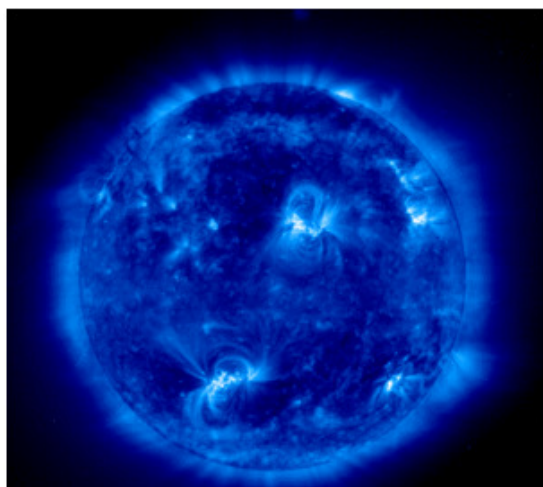
UVB záření zase naopak ozon rozkládá – podle rovnice III.:



Tento proces je v rovnováze a záření UVC a UVB neprochází ve větším množství na povrch Země a nemůže tak poškozovat živé organizmy. [10]

Využití UV záření:

- jako desinfekční účinky (např. vody), ničí choroboplodné zárodky
- ochranné prvky na bankovkách (vyvolání luminiscence)
- při vytvrzování barev, lepidel
- v kosmetice apod.



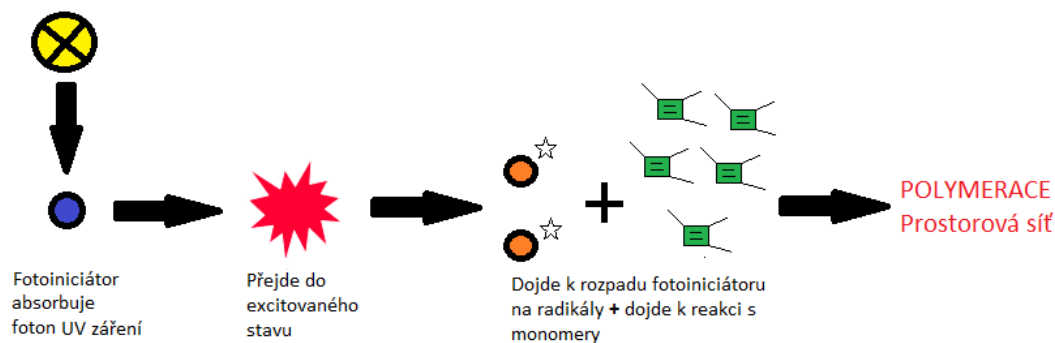
Obr. 10 Vyzařování UV záření Sluncem



Obr. 11 UV záření vyvolané elektrickým obloukem

7.2. Vytvrzování barvy

Vytvrzení barvy vzniká vytvořením polymerní sítě, v níž jsou zabudovány pigmentové částice. Při vytvrzování dochází k absorpci fotonů UV záření fotoiniciátorem, přičemž fotoiniciátory se po absorpci UV záření rozpadnou na radikály. Radikály reakcí s monomery a polymery vyvolají vytvoření nekonečné síťové struktury.



Obr. 12 Postup vytvrzování UV zářením

7.3. Fotoiniciátory

Pro diplomovou práci byl využit fotoiniciátor s obchodním názvem UVB-1. Jedná se o pomocný přípravek využívaný při vytvrzování barvy Ultraform UVFM. Chemické složení tohoto pomocného přípravku nebylo získáno, jelikož se jedná o výrobní tajemství.

Funkce:

Z obrázku (viz.Obr.12) je patrné, že velmi důležitou součástí těchto barev při vytvrzování jsou fotoiniciátory. Při ozáření vrchní vrstvy nanesené tiskací pasty UV zářením fotoiniciátor absorbuje UV paprsky, čímž dojde k jeho rozpadu na různé části. Reakce při vytvrzování v této fázi se nazývá iniciace. Okamžitě po ozáření fotoiniciátoru dochází uvnitř systému k lavinovému procesu, kdy část systému, která není přímo ozářena reaguje s fotoiniciátory rozpadlými na radikály za vzniku nekonečné síťové struktury. Tato fáze procesu se nazývá propagace. Následně dochází k pozvolnému ukončení procesu zakotvením na substrátu. Této fázi se říká fixace.

8. Plazma

Definice plazmatu nám říká, že: „Plazma je kvazineutrální soubor částic s volnými nosiči nábojů, který vykazuje kolektivní chování“. To nejdůležitější je, že se v plazmatu nachází volné nosiče náboje. Atomy jsou alespoň částečně ionizované. Stupeň ionizace nemusí být příliš veliký, je-li plazmový útvar dosti rozsáhlý. Právě volné nosiče náboje plazma zcela odlišují od plynů. Plazma je vodivé a silně reaguje na elektrická a magnetická pole. Druhá vlastnost je kvazineutralita. Požadujeme, aby v makroskopických objemech bylo vždy v průměru stejné množství kladných a záporných částic. Navenek se plazma jeví jako nenabitá tekutina (kapalina či plyn). Požadavek kvazineutrality vyčleňuje z definice plazmatu nabitě svazky částic, které mají přeci jen poněkud odlišné vlastnosti. Poslední součástí definice plazmatu je jeho kolektivní chování. Tím se rozumí, že plazma je schopné jako celek svými projevy generovat globální elektrická a magnetická pole a na takováto globální pole reagovat. Do plazmatu většinou nezahrnujeme různé svazky nabitých částic (nesplňují kvazineutralitu) a velmi slabě ionizované plyny – například plamen svíčky (nesplňují kolektivní chování). Pojem plazmatu poprvé použil *Irwing Langmuir* (1881-1957). [11]

Plazma se dá rozlišit na izotermické, pro které platí, že všechny typy částic mají stejnou teplotu, a neizotermické, ve kterém teplota elektronů převažuje nad teplotou ostatních typů částic. Vznik jednoho nebo druhého druhu závisí především na způsobu, jakým byla plazmatu dodávána energie. Izotermicita bývá obvykle spojena s vysokou teplotou plazmatu, není to ale podmínkou. Platí však, že neizotermické plazma v přírodě samovolně zaniká, musí se tedy udržovat uměle. [11]

Dalším zásadním rozdělením plazmatu je na nízkoteplotní plazma nebo vysokoteplotní plazma.

Nízkoteplotní plazma

Má teplotu nižší než 10^6 K. Vzniká během elektrických výbojů v plynu a je využívána různými obory vědy a průmyslu. Nízkoteplotní plazma se dále rozděluje na:

- Horké plazma
- Studené plazma

Studená plazma je standardně generována za nízkých tlaků ve vakuu s využitím nízko výkonných generátorů stejnosměrného proudu a mikrovlnného záření. Teplota elektronů se pohybuje v rozmezí 10 000 – 50 000 K a je vyšší než teplota iontů, která je stejná jako teplota neutrálního plynu. Teplota plazmového plynu se pohybuje kolem 30-100°C, a proto lze tuto plazmu použít pro všechny typy organických materiálů. Studené plazma se dá použít pro různé druhy povrchové modifikace od jednoduchých topografických změn až k povrchovému roubování, kdy je chemické složení (a vlastnosti) povrchu zcela jiné než složení jádra. [12]

Horká plazma je připravována za vysokých tlaků (více než 10 kPa) s využitím stejnosměrného i střídavého proudu, mikrovlnného záření nebo radiových frekvencí. Tyto plazmy mají vysoké teploty. Teplota plazmového plynu je blízká teplotě elektronů a proto bývá označována jako teplotně vyvážená plazma. Typická je nízká ionizace plazmového plynu. Tento typ plazmy se používá k plazmovému naprašování při tvorbě povrchových nánosů na kovech a anorganických materiálech a k likvidaci pevných, kapalných i plyných toxických a nebezpečných látek. [12]

Vysokoteplotní plazma je plně ionizováno a už v něm téměř neexistují neutrální atomy. Tento stav nastává při teplotách kolem 10^5 K. Elektrické vlastnosti vysokoteplotního plazmatu jsou podobné vlastnostem kovů. Uměle vytvořit lze vysokoteplotní plazma buď jaderným výbuchem nebo jen ve velmi složitých zařízeních, zpravidla pracujících jen v pulzním režimu s délkami pulzů řádově mikrosekundy až milisekundy. Jsou to uzavřené torusy (tokamaky), magnetická zrcadla, zařízení

využívající ohřev laserem apod. Možnosti v nich probíhajících jaderných reakcí a následného energetického využití jsou však zatím velmi omezené. [12,13]

Plazmatické skupenství můžeme rozdělit ještě na několik dalších skupin:

- Běžné plazma: elektronové obaly atomů jsou částečně poškozené (vysokou teplotou nebo tlakem). Volné elektrony jsou zodpovědné za plazmatické vlastnosti látky.
- Termonukleární plazma: atomární obaly neexistují, látka je směsicí holých jader a volných elektronů. V tomto stavu je plazma v jádrech hvězd, kde probíhá termojaderná syntéza.
- Nukleonové plazma: vysokou teplotou nebo tlakem jsou rozrušena sama jádra atomů. Látka je směsicí elektronů, protonů a neutronů. Nukleonové plazma se ve vesmíru objevilo v časech 10^{-5} s po vzniku, kdy se z kvarků tvořily první protony a neutrony. Nalezneme ho také ve vnějších obalech explodující supernovy, kde jeho vznik vyvolá stlačení plynů rázovou vlnou. V obálce krátkodobě probíhají překotné termonukleární reakce vedoucí ke vzniku těžkých prvků.
- Kvark-gluonová plazma: při vysokých energiích jsou roztaveny samotné nukleony na své konstituenty – kvarky a gluony. V tomto stavu byla látka asi do deseti mikrosekund po vzniku vesmíru a uměle se podařilo tento stav látky vytvořit v CERNu v roce 2000 (Evropská laboratoř pro fyziku částic). [11]

8.1. Kritéria pro plazma

Aby se dalo prohlásit dané prostředí za plazma, musí být splněny následující podmínky. První z nich lze formulovat jako požadavek na charakteristický rozměr systému L vzhledem k Debyeově délce h

$$L \gg h.$$

Další důležitou podmínkou je, aby plazma obsahovalo dostatečné množství elektronů

$$N_D \gg 1.$$

Třetí podmínka má co činit se srážkami. Je-li ω frekvence typických oscilací plazmatu a τ střední doba mezi srážkami s neutrálními atomy, pak musí být $\omega_p \tau > 1$, má-li se plyn chovat spíše jako plazma než jako neutrální plyn. [14]

$$\omega_p \tau > 1.$$

8.2. Povrchová modifikace textilních materiálů plazmatem

Plazmové zpracování modifikuje pouze povrchové struktury, se kterými se dostanou do kontaktu energetické částice (radikály plynů). Částice musí mít dostatečně volnou dráhu, aby z místa generace plazmatu narazily na povrch textilie. Problém je, že povrch textilií (tkanin) je velmi komplikovaný. V přízi složené ze staplových vláken jsou vzdálenosti mezi vlákny kolem 1-10 μm . Vzdálenosti mezi přízemi jsou kolem 0,1 -1 mm. Volná dráha částic pak závisí na vzdálenosti mezi vlákny a hustotě plazmového plynu. [14]

Faktory ovlivňující proces modifikace vrchní vrstvy:

- energii a výkonu přístroje
- intenzita proudění a druh plynu
- tlak a teplota ve výbojové komoře
- doba modifikace, tj. doba působení plazmatu na materiál
- intenzita proudění a druh plynu
- elektrické napětí a frekvence výbojů
- teplota modifikovaného materiálu
- rozměry výbojové komory
- umístění modifikovaného výrobku v komoře
- druh a vlastnosti modifikovaného materiálu [15].

Efekt, který vyvolává plazma, je závislý především na složení plazmového plynu. Pokud obsahuje plazmový plyn velký podíl uhlíkových a vodíkových atomů (metan, etylén, etanol), dochází k plazmové polymerizaci. Na druhé straně, plazma obsahující plyn se silnou elektronovou afinitou (kyslíková, vzduchová, CF_4 atd.), má výraznou leptací schopnost. Vzhledem k reaktivitě excitovaných kyslíkových atomů se pro řadu aplikací používá plazma s obsahem kyslíku. Použitím tohoto plazmatu dochází k oxidaci vrchní vrstvy, vytvářejí se nové funkční skupiny (např. C-O , C=O , O-C=O , CO_3 , OH), dochází k hydrofilizaci povrchu, k leptání povrchu a ke zvýšení adheze. V kyslíkovém plazmatu mohou současně nastat dva procesy. Leptání polymerního povrchu (vzniká nestabilní reaktivní produkt) a formování kyslíkových funkčních skupin na polymerním povrchu. Rovnováha těchto dvou procesů závisí na operačních parametrech daného experimentu. Použitím plazmatu obsahujícího dusík (N_2 , NH_3 ...) se vytvářejí nové funkční skupiny jako amin (N-C), imin (N=C), nitril, amid (N-C=O), dochází k lepší smáčivosti a adhezi. Při použití plazmatu obsahujícího fluor (SF_6 , CF_4 , C_2F_6 ...) dochází k opačnému efektu a to hydrofobizaci povrchu. Plazma inertního plynu (helium, neon, argon, krypton a xenon) štěpí chemické vazby (např. C-H , C-C , C=C), na povrchu nebo v jeho blízkosti se generují volné radikály, radikály spolu reagují buď přímo, nebo díky migraci po polymerním řetězci dochází k zesíťování, větvení, odstranění nízkomolekulárního povrchového materiálu nebo jeho konverze na vysokomolekulární [16]

9. Experimentální část

Úkolem experimentální části byla optimalizace nanášení speciální tiskací pasty Ultraform UVFM na polyesterovou tkaninu. Dalším úkolem bylo zjistit vliv plazmatické předúpravy na substrátu, potisknutého pastou Ultraform UVFM s ohledem na stálostní zkoušky po vytvrzení UV zářením. Při úpravě povrchu tkaniny byl použit plazmatický reaktor, využívající jako zdroj plazmy koplanární povrchový bariérový výboj (DCSBD). Jako zdroj UV záření byl použit 400 Wattový, vysokotlaký rtuťový zářič ULTRAMED od firmy Osram. V neposlední řadě bylo úkolem porovnat stálosti klasického pigmentového tisku s tiskem barvy Ultraform UVFM.

Použité textilní materiály:

- 100% Polyesterová tkanina – LETO
 - vazba: plátnová 1:1
 - plošná hmotnost: 70 g/m²
 - dostava: osnova 72 nití/cm
 - útek 72 nití/cm
- doprovodná bavlněná tkanina

Použité chemikálie:

- barva Ultraform UVFM od firmy MARABU
- fotoiniciátor UVB-1 od firmy MARABU
- toulén (pro čištění síta)
- prací prášek Bonux (na barevné prádlo)
- chemikálie pro pigmentový tisk (viz.kap.9.2.2.)

9.1. Příprava vzorků

100% polyesterová tkanina byla dodána a navinuta v roli o šíři 160cm. Z této role byly připraveny vzorky o rozměrech 18x25cm. Tento rozměr byl dán velikostí rámu síta pro tisk. Po této přípravě následovali operace: extrakce, žehlení, plazmování.

9.1.1. Extrakce PES tkaniny

U materiálu PES – LETO není zřejmé, je-li na povrchu tkaniny nějaká povrchová úprava, či není-li vzorek znečištěn z výrobního procesu. Tento problém byl vyřešen extrakcí vzorků pomocí dichlormethanu v odměrných válcích při pětistupňovém průběhu po patnácti minutách.

Na obrázku (viz.Obr.13) jsou vidět vzorky PES, ponořené v odměrném válci do dichlormethanu. Proces byl opakován pětkrát po patnácti minutách s výměnou znečištěného rozpouštědla za čisté. Znehodnocený dichlormethan se destiloval zpětnou destilací do původního stavu, aby nedocházelo k vysoké spotřebě tohoto rozpouštědla. Oba procesy probíhaly v digestoři. Po páté extrakci se vzorky vyjmuly z odměrného válce, proložily papírem a nechalo se z nich v digestoři vyprchat zbylé rozpouštědlo.



Obr. 13 Extrakce PES vzorků

9.1.2. Žehlení

Po operaci extrahování byly vzorky značně pomačkány. To by mohlo mít negativní vliv pro plazmování a následné potiskování polyesterového materiálu. Proto bylo nutné vzorky vyžehlit. Pro žehlení byla využita žehlička Rohson. Žehlení probíhalo při teplotě nastavené pro syntetická vlákna.

9.1.3. Plazmatická předúprava textilního substrátu

Pro plazmatickou předúpravu byl využit plazmochemický reaktor DCSBD s lineárním posunem (viz.kap.9.1.3.1.). Materiál byl oboustranně lepící páskou přilepen na plastovou desku. Tato deska se přichytila pomocí přísavek (díky vakuové membráně) na posuvný vozík, který přejížděl v těsné blízkosti nad plazmovací, keramickou elektrodou. Plazmování probíhalo vždy jen z jedné strany textilního materiálu po dobu 30 sekund. Takto připravený materiál byl dále potiskován:

- 1) barvou Ultraform UVFM (viz.kap.6)
- 2) klasickou pigmentovou tiskací pastou (viz.kap.9.2.2.)

pozn.: Plazmovala se pouze jedna série vzorků, druhá série bez plazmatické předúpravy

Plazmochemický reaktor DCSBD s lineárním posunem (popis zařízení)

Zařízení je určeno pro opracování rovinných materiálů do velikosti formátu A4 plazmatem za atmosférického tlaku, v různých pracovních plynech. Opracovávaný vzorek se pomocí vakuových přísavek připevní k pohyblivému vozíku, který je spojený s lineárním posuvem. Po zapálení výboje na povrchu keramické elektrody se pohyblivý vozík uvede do chodu, a připevněný vzorek se tak dostane do kontaktu s plazmatem. Zařízení tak simuluje podmínky kontinuálního opracování vzorky.

Plazmový reaktor obsahuje následující funkční komponenty:

DCSBD plazmochemický box

- Uzavíratelný box pro práci DCSBD v různých pracovních plynech
- Opracovávaný materiál je připevněný k lavici s lineárním posunem, s regulovatelnou rychlostí posunu
- Uchycení vzorku je zabezpečené membránovou vývěvou

DCSBD keramická výbojka

- Olejem chlazená keramická elektroda z 96% Al_2O_3 , rozměry aktivní plochy 9x20 cm
- Součástí zařízení je olejové čerpadlo a vzduchový chladič oleje

VN napájecí zdroj pro DCSBD elektrodu (500 Watt)

- 500 Watt, 10-20 kHz, 15 kVp-p
- Olejem izolovaný transformátor

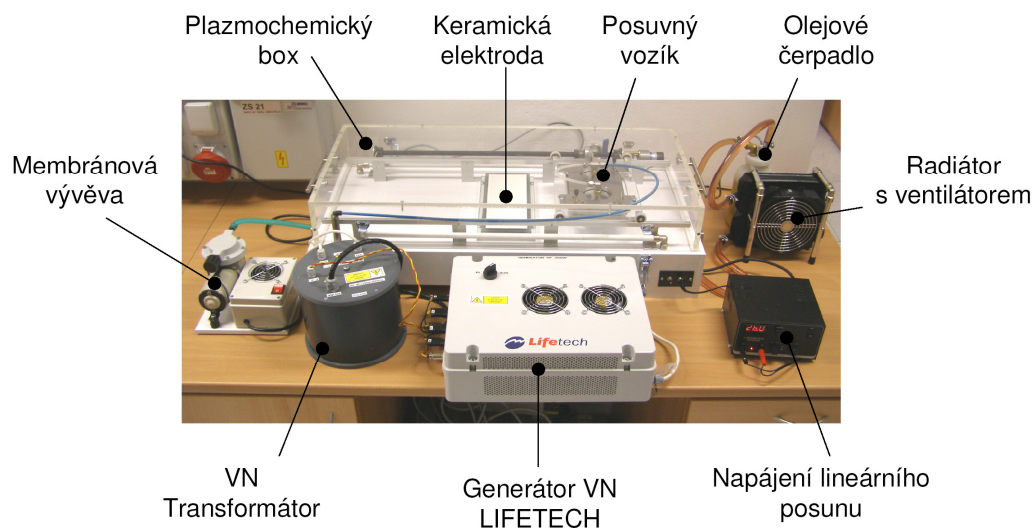
Koplanární výboj se jeví výhodným při použití v plochých panelových zdrojích pro efektivní generaci viditelného a excimerního záření o vysoké intenzitě. Tímto novým typem dielektrického bariérového výboje (DBD) je difúzní koplanární povrchový výboj (DCSD) vyvinutý ve spolupráci Komenského univerzity v Bratislavě a Masarykovy univerzity v Brně.

Hlavním rysem DCSD výboje je jeho schopnost vytvořit tenkou vrstvu makroskopicky homogenního difúzního plazmatu pracujícího ve streamerovém módu za atmosférického tlaku v libovolném elektronegativním plynu.

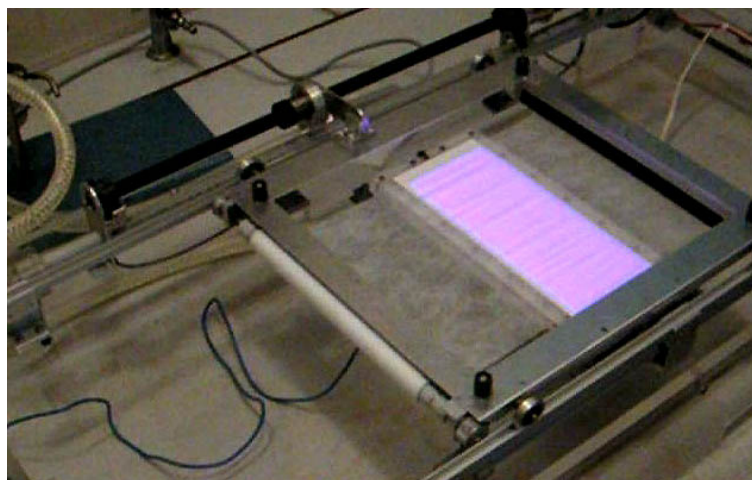
Unikátní vlastností DCSBD výboje (obr. 3), která ho předurčuje na povrchové úpravy netkaných textilií v porovnání s jinými dostupnými plazmovými zařízeními, je jeho schopnost generovat homogenní plazmu při atmosférickém tlaku v prakticky libovolném složení pracovního plynu bez použití drahých inertních plynů jako jsou hélium a argon. Tato tenká vrstva plazmy s hloubkou asi 0.33 mm se vyznačuje vysokou hustotou energie řádově až 100 W/cm^3 , s čím souvisí krátké časy opracování díky vysoké energii a koncentraci aktivních částic. [15]

Jednotlivé části přístroje (obr.14):

1. Keramická DCSBD elektroda s olejovým čerpadlem a chladičem.
2. Zdroj vysokého napětí s VN transformátorem v olejové lázni.
3. Plazmochemický box s lineárním posuvem a napájením.
4. Oddělitelný, výškově nastavitelný posuvný vozík s vakuovými přísavkami a membránovou vývěvou.



Obr.14 Plazmochemický reaktor DCSBD



Obr.15 Plazmochemický reaktor DCSBD (detail plazmovací keramické elektrody) [15]

9.2. Příprava tiskacích past

Pro přípravu tiskacích past bylo využito laboratorních pomůcek a zařízení na Technické univerzitě v Liberci, katedře textilní chemie.

9.2.1. Příprava tiskací pasty Ultraform UVFM

Tato barva (pasta) byla dodána od firmy ServisCentrum a.s.. Jedná se o barvu, která je v podstatě připravená k okamžitému použití. Jedinou přidanou složkou byl fotoiniciátor UVB-1, který byl vmíchán a homogenizován s tiskací pastou pomocí rychlomíchadla.

9.2.2. Příprava tiskací pasty pro klasický pigmentový tisk

Při přípravě tiskací pasty pro klasický pigmentový tisk byla využita receptura od firmy Synthesia, a.s., Pardubice.

Receptura:

Záhustka :

20 g močovina

810 g voda

10 g amoniak 25%

140 g pojídlo

20 g syntetické zahušťovadlo

1000 g

Tiskací pasta : 30 - 50 g pigment

970 - 950 g záhustka

1000 g

Nejprve byla připravena záhustka (viz. receptura 9.2.2.), která obsahovala močovinu, vodu, amoniak, pojídlo a syntetické zahušťovadlo, přičemž jako pojídlo bylo využito akrylátové pojídlo Sokrat 4924 (viz.kap.2.1.2.) a jako syntetické zahušťovadlo LUTEXAL HIT od firmy BASF (viz.kap.2.1.3.). Homogenizace celé záhustky proběhla na rychlomíchadle.

Pigment HELIZARIN Blau BGT od firmy BASF byl posléze přidán do již hotové záhustky a řádně homogenizován. Homogenizace je velmi důležitá část při přípravě tiskacích past, jelikož díky ní se získává požadovaná viskozita nejen samotné záhustky, ale i záhustky s pigmentem.

Takto namíchané tiskací pasty byly připraveny pro další operaci - potiskování polyesterové tkaniny.

9.3. Potiskování PES tkaniny tiskacími pastami

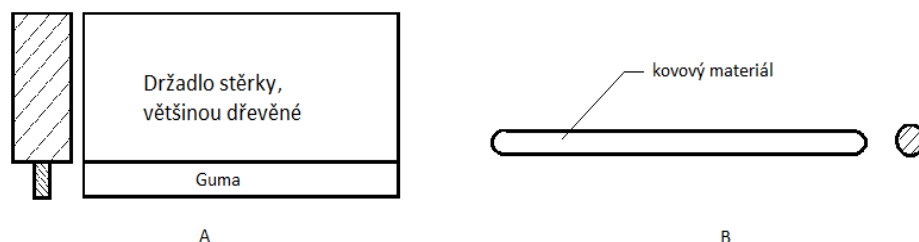
Při potiskování PES tkaniny byly využity dva druhy sítovin. Sítoovina pro pigmentový tisk s hustotou 43 mesh (klasická sítoovina používaná při pigmentovém tisku) a sítoovina s hustotou 165 mesh (sítoovina využívaná při tisku barvami vytvrditelnými UV zářením). Obě sítoviny byly natáhnuty na hliníkový rám o rozměrech 20 x 30cm s požadovaným napětím.

Samotné potiskování tkaniny bylo prováděno ruční technikou pomocí rovné ploché stěrky, kterou se tiskací pasta protlačovala přes síto na textilií.

pozn.: Potiskování textilie nemohlo být provedeno na tiskacím stole Zimmer (strojní potiskování magnetickou stěrkou), protože:

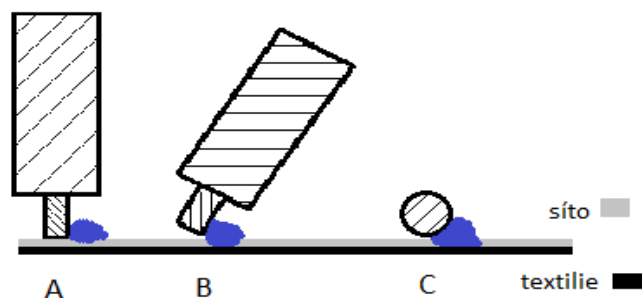
- 1) probíhala rekonstrukce laboratoří*
- 2) pro tisk na tiskacím stole Zimmer je nutný větší rozměr síta (sítoovina byla darována firmou ServisCentrum a.s. – jednalo se o malé zbytky, které se daly využít pro rozměr síta maximálně 20 x 30cm)*

Schéma stěrek:



Obr.16 Schéma stěrek, A – použitá při ručním tisku; B využívaná při strojním tisku na stole Zimmer

Při ručním tisku plochou stěrkou dochází k nežádoucím vlivům důsledkem různého sklonu stěrky při každém novém tisku. Tato negativní vlastnost má nežádoucí účinky, jelikož dochází k nestejnoměrnému protlačení barviva přes síto. To má za následek neegalitu potisku. (viz.obr.17)



Obr. 17 Vliv sklonu stěrky na protlačení barviva přes síto. A – Stěrka téměř kolmá k potiskovanému materiálu; B – Sklon stěrky výrazně větší než u stěrky A; C – válcová stěrka u strojního tisku na stroji Zimmer

Na obrázku (viz.Obr.17) je vidět, že při různém sklonu stěrky dochází k různému protlačení pasty. Při větším sklonu ploché stěrky dojde k většímu protlačení tiskací pasty přes síto na materiál, a naopak. Kdežto při strojním tisku na stroji Zimmer s válcovou, kovovou stěrkou dochází k odvalování stěrky (díky magnetu v tiskacím stole), tím pádem dochází k rovnoměrnému protlačení tiskací pasty při každém novém tisku, i během něj.

Tento problém při samotném ručním tisku se snažil být eliminován stále stejným sklonem ploché stěrky. I přesto docházelo k rozdílným nánosům tiskací pasty a menším neegalnostem při potisku.

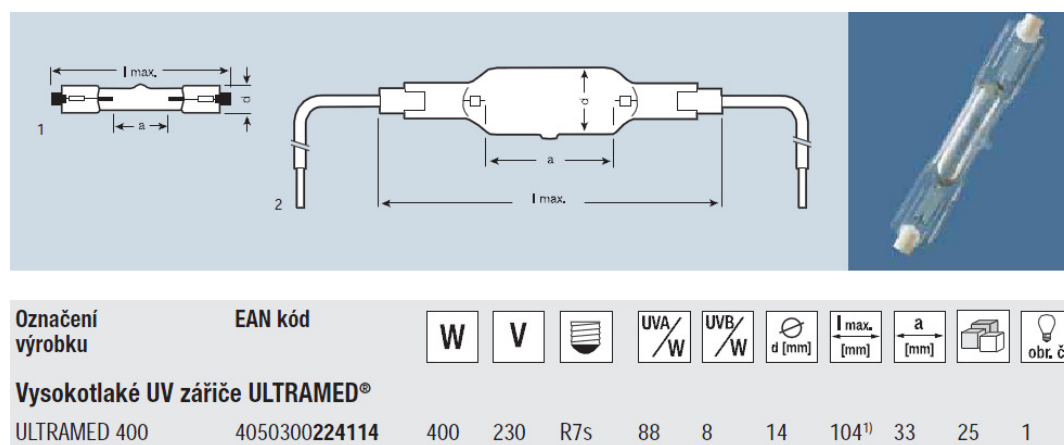
pozn.: Téměř nemožné udržovat plochou stěrku ve stejném sklonu po celou dobu tisku.

9.4. Fixace pigmentů na textilní materiál

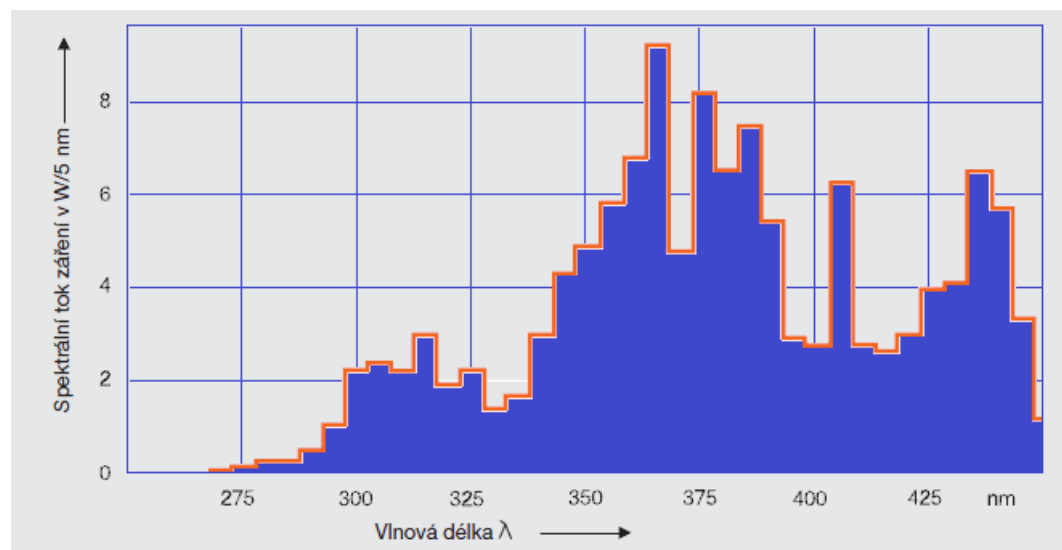
9.4.1. Fixace (UV vytvrzování) pigmentů Ultraform UVFM

Tiskací pasta Ultraform UVFM se vytvrzuje ultrafialovým zářením v oblasti UVA (viz.kap.7.2.). Záření bylo získáno z vysokotlakého, 400 Wattového, rtuťového zářiče ULTRAMED (dále jen UV zářič) od firmy Osram.

Základní informace:



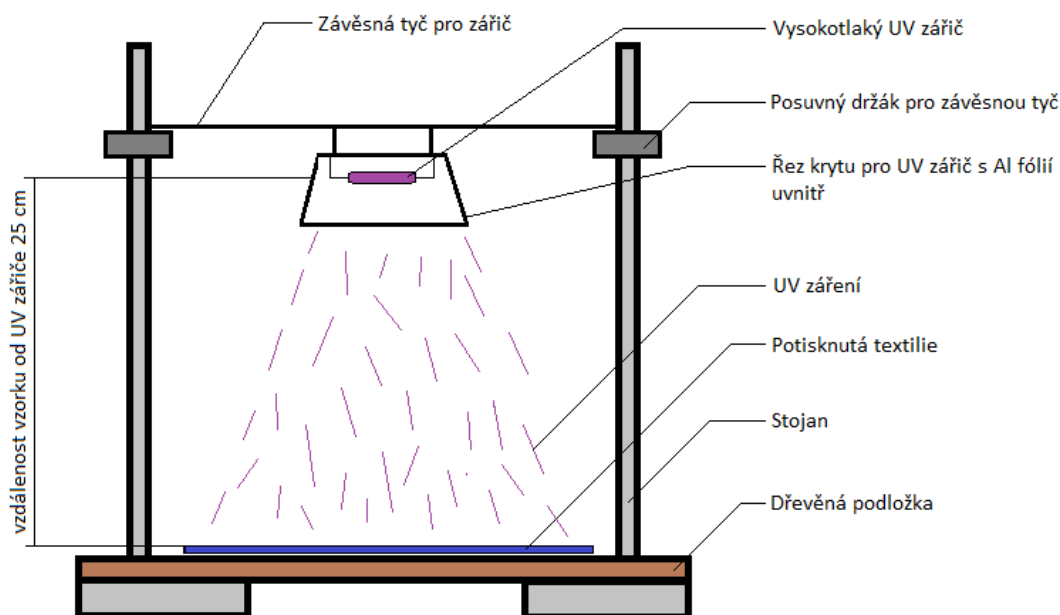
Obr. 18 Vysokotlaký UV zářič ULTRAMED (základní informace)



Obr. 19 Spektrální průběh záření ULTRAMED 400W

Potisknutý materiál byl vkládán pod UV zářič, který již byl rozsvícený do svého provozního stavu, aby se zabránilo nepřesnosti ozařování textilního substrátu důsledkem náběhu zářiče.

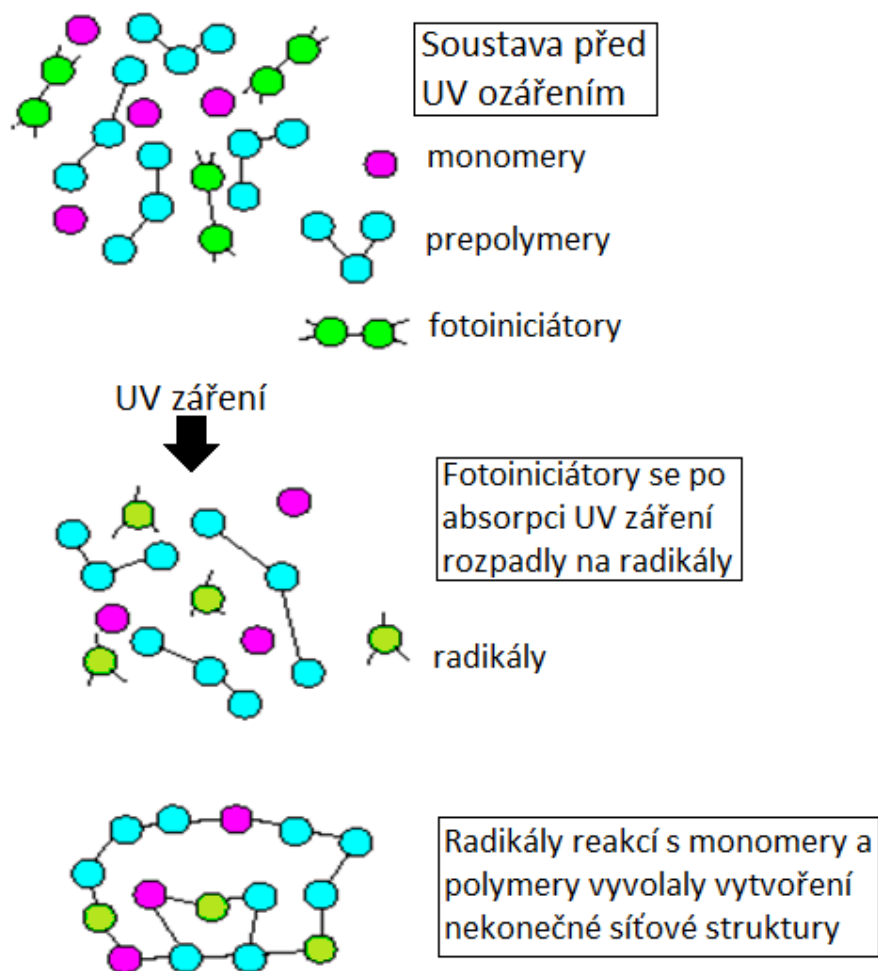
Vzdálenost mezi potisknutou textilií a UV zářičem byla experimentálně stanovena na 25 cm. Při vytvrzování potisknutého materiálu z nižší vzdálenosti docházelo ke srážení materiálu díky teplu vyzařujícího z UV zářiče. Naopak při vytvrzování potisknutého materiálu z větší vzdálenosti docházelo k horšímu, téměř žádnému vytvrzení.



Obr. 20 Schéma ozařovací aparatury

Obě série potištěných vzorků (plazmované – neplazmované vzorky) byly jednotlivě vkládány pod UV zářič, pro různě dlouhé dávky osvitů – vytvrzování (5s; 10s; 15s; 20s; 25s; 30s; 35s; 45s; 60s; 120s; 300s). Při vytvrzování bylo nutné z bezpečnostních důvodů použít svářecí kuklu pro ochranu obličeje a zvláště očí. Dále pak opalovací krém s vysokým, UV ochranným faktorem a oblečení s dlouhým rukávem.

Při vytvrzování UV zářením došlo k reakci podle obrázku (viz.Obr.21)



Obr. 21 Reakce při UV ozáření natisknuté pasty Ultraform UVFM na potištěném vzorku

Při vytvoření nekonečné síťové struktury dochází k zafixování pigmentu Ultraform UVFM na textilní substrát.

Takto vytvrzené vzorky se však ještě musí nechat odležet 24 hodin před stálostními zkouškami, jelikož dochází k tzv. „dojezdu“ fotoiniciátoru ve vnitřních vrstvách barvy, která není přímo ozářena UV zářením.

9.4.2. Zafixování pigmentu při klasickém pigmentovém tisku

Fixace klasického pigmentového tisku po potištění vzorku pigmentovou tiskací pastou je, co se týče bezpečnosti, jednodušší a více bezpečnější metodou než vytvrzování UV zářením.

Fixace se skládá ze dvou operací:

- 1) Zasušení tiskací pasty na materiálu
- 2) Fixace pigmentu na materiál

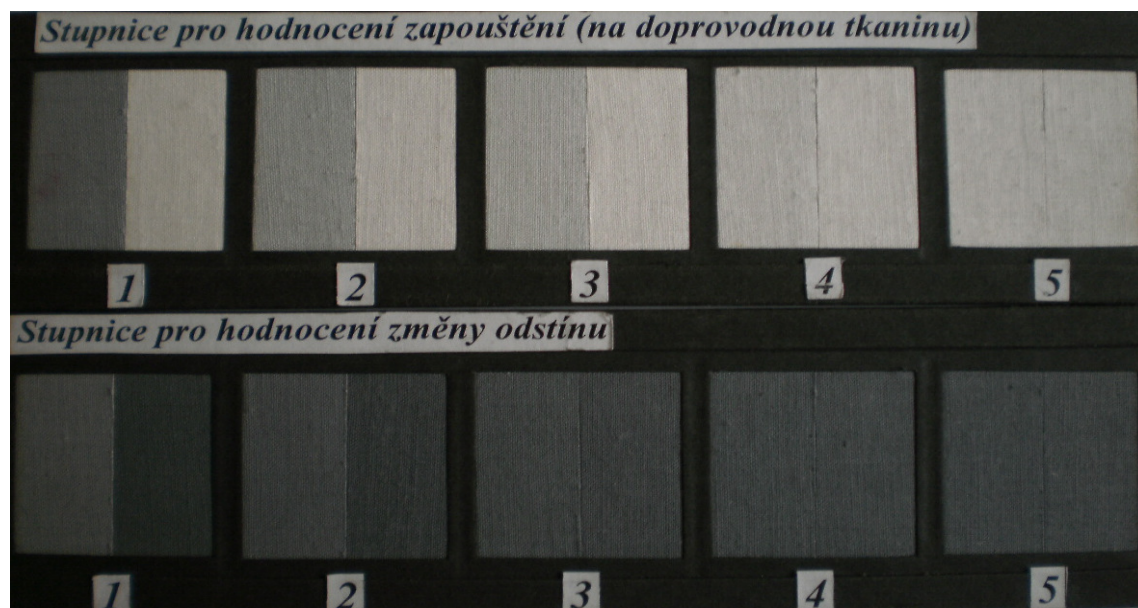
Pro zasušení tiskací pasty na materiálu byla využita sušárna, ve které proudil horký vzduch okolo 80°C. Sušení probíhalo pět minut při této teplotě. Po zasušení tiskací pasty se vzorky vložily taktéž do sušárny s horkým, proudícím vzduchem, ovšem teplota horkého vzduchu byla 150°C při době fixace pět minut.

U klasického pigmentového tisku odpadá po fixaci pigmentu praní (viz.kap.4), tudíž jsou vzorky okamžitě připraveny k měření stálostí.



Obr. 22 Sušárna

9.5. Zkoušení stálobarevnosti, šedá stupnice



Obr. 23 Šedá stupnice

Šedá stupnice se používá k hodnocení barevné změny různých stálobarevností. Jedná se o určený etalon, který je kontrolován vizuálně. Šedá stupnice je dělená na dvě, na sobě nezávislé části:

- stupnice pro hodnocení zapouštění (na doprovodnou tkaninu), (800120) ČSN EN 20105-A03
- stupnice pro hodnocení změny odstínu, (800120) ČSN EN 20105-A02

Obě části šedé stupnice jsou dále rozděleny do 5-ti stupňů, přičemž 5 je nejstálější a 1 nejhorší stupeň. Uvádějí se i mezistupně, například 2-3.

Podstata hodnocení spočívá v porovnávání zapouštění barvy do doprovodné tkaniny, a také změně odstínu potištěného vzorku.. Jako doprovodná tkanina se ve většině případů používá bavlněný materiál [17]

9.5.1. Zkoušení stálobarevnosti v otěru

Princip:

U zkoušky v otěru se vzorek se otírá bílou textilií, tzv. doprovodnou tkaninou (suchou či mokrou). Přitom se sleduje zapouštění – tedy přechod barviva (pigmentu) na bílou doprovodnou textilii. Nízká stálost znamená, že pigment není dobře zafixován a je volně na povrchu vláken. Podstatou zkoušky je otírání zkoušené textilie suchou, případně mokrou doprovodnou tkaninou. [17]

Postup testování:

Testovaný vzorek o velikosti 50 x 140 mm se napnul na desku přístroje na měření stálosti v otěru. Otěrací bavlněná textilie (tkanina) o rozměru 50 x 50 mm byla během zkoušky napnuta na otěrací element („palec“) o průměru 16 mm. Otěrací element se posunoval po vzorku 10x tam a zpět po dráze 10 cm. Přítlak byl vyvíjen vahou palce a odpovídal tlaku 9 N.



Obr. 24 Přístroj na měření stálosti v otěru a otěrací palec

Pro měření otěru byla využita pouze suchá, bavlněná, doprovodná textilie, z důvodu malé potištěné plochy vzorků. Mokrá otěr se na potištěnou textilii nevešel, ale byl předpoklad, že otěrová zkouška mokrou, bavlněnou, doprovodnou tkaninou, dosáhne stejných výsledných výsledků, jako při suchém otěru. Výsledky suchého otěru byly vyhodnoceny podle šedé stupnice.

9.5.2. Zkoušení stálobarevnosti v praní

Princip:

Jedná se o práci zkoušku založenou na zapírání barviva (pigmentu) do doprovodné tkaniny (přišité z kratší strany vzorku) a odbarvení – změny barevného odstínu testovaného vzorku pomocí přístroje LINITEST. Doprovodné tkaniny jsou normovány podle použitého materiálu. U zkoušky v praní by měli být vždy dvě doprovodné tkaniny (lícní a rubní strana). Tento předpoklad je ovšem pro vzorky, které nebyly potištěné, nýbrž obarvené. U obarvených vzorků je barvivo fixováno z lícní i rubní strany stejným způsobem a měla by ho tam být i stejná koncentrace. Naopak při potištění tkaniny dochází k zafixování barviva (pigmentu) pouze z lícní strany. Samozřejmě může dojít k protisku tiskací pasty na rubní stranu materiálu. Tento fakt se pak hodnotí subjektivně nebo nepřímo pomocí remise (udává se v %).

Postup testu:

Do přístroje LINITEST byly zandány patrony, ve kterých byly vzorky o velikosti 100 x 4 mm, na nichž byla z kratší, lícní strany vzorku přišitá doprovodná bavlněná tkanina. Spolu s materiálem byl v patroně zásobní prací roztok o koncentraci 5g/l (prací prášek BONUX – na barevné prádlo). Poměr prací lázně byl 1:100. Dále byly přidány ocelové kuličky, které zajišťovaly mechanický vliv při praní.



Obr. 25 LINITEST

Na zkoušku v praní byly použity vzorky:

Tab. 4 Vybrané vzorky pro zkoušku v praní

Barva Ultraform UVFM	
Plazmované	Neplazmované
0s	0s
5s	5s
300s	300s

pozn.: hodnoty v tab. 4. u barvy Ultraform UVFM udávají dobu vytvrzení v sekundách

Pro pigmentový tisk byla využita vždy jedna naplazmovaná a nenaplazmovaná PES tkanina.

Prací proces byl rozdělen do 1; 4; 8; 12; 16 – ti pracích cyklů. Každý cyklus probíhal s novou (čistou) prací lázní. Doba praní byla 15 minut při 60°C. Vzorky po praní byly vymáhány ve vlažné vodě, aby se z nich odstranila zbylá prací lázeň. První praní bylo provedené s doprovodnou bavlněnou tkaninou, následné cykly bez doprovodné tkaniny. (u prvního praní se pouze ověřovalo, že barva Ultraform UVFM se nezapustí do doprovodné tkaniny)

9.6. Elektronová mikroskopie

Pro elektronovou mikroskopii byl využit skenovací elektronový mikroskop (SEM) – Vega na Technické univerzitě v Liberci, katedře textilních materiálů. Tento přístroj pracuje metodou přímého pozorování povrchů vláken (při velmi velkém zvětšení s velkou rozlišovací schopností) a využívá k pozorování pohyblivého svazku elektronů. Podle charakteru povrchu pozorovaného materiálu se mění úroveň signálu, ze kterých je sestavován výsledný obraz. Tento obraz je počítačově zpracován a vyhodnocen v podobě snímků.

V experimentální části diplomové práce byl využit SEM pro ukázkou naneseného filmu tiskací pasty s pigmenty a nepotištěné textilie. Další snímky byly pořízeny pro srovnání materiálů před operací praní a po 16 – ti pracích cyklech.



Obr. 26 Skenovací elektronový mikroskop VEGA

pozn.: vzorky byly před pozorováním SEM pokovovány zlatem

9.7. Měření remise

Remise je schopnost barevného materiálu odrážet světlo, které je v určitém spektrálním složení vnímáno lidským okem jako konečná barva. Velkou měrou se na remisi podílí pigment (barvivo), upevněné na materiálu. Samotný materiál se na remisi při egálním vybarvení téměř nepodílí. Bílý materiál odráží téměř všechno světlo na něj dopadající, naopak černý téměř vše absorbuje.

Remise se dá měřit na spektrofotometru. Pro každou vlnovou délku lze změřit hodnotu remise dopadajícího záření. Z remisních hodnot každé vlnové délky lze poté získat remisní křivku a podle ní porovnávat dosažená vybarvení, určovat koncentraci barviva na vlákne a vypočítávat barvicí receptury.

Sytost vybarvení se objektivně vyjadřuje jako K/S hodnota z Kubelka-Munkovy rovnice a určuje se z procenta remise $R[\%]$ při vlnové délce odpovídající maximální absorpci světla. [18]

Remise byla využita pro získání křivek z Datacoloru a její hodnoty byly dále zpracovávány v programu Excel. Vlnové délky byly přepočteny na K/S hodnoty pomocí Kubelka-Munkovy funkce:

$$K/S = (1-R)^2 / 2R \quad R.....remise$$

Tato metoda byla využita pro hodnocení opotřebení materiálu po různých pracích cyklech. Sledovala se závislost K/S hodnot na měnících se počtech praní.

10. Hodnocení výsledků – diskuze

10.1. Zkouška stálobarevnosti v otěru – barva Ultraform UVFM

V tab. 5 jsou vyhodnoceny výsledky zkoušky stálobarevnosti v otěru pro barvu Ultraform UVFM, provedené doprovodnou bavlněnou tkaninou a vyhodnocené podle šedé stupnice. Z výsledků je vidět, že plazmatická předúprava PES tkaniny nemá žádný vliv na stálost v otěru. Nevytvrzené vzorky (doba vytvrzování 0s) mají velmi špatnou stálost v otěru v důsledku neproběhlé reakce fotoiniciátoru, který aby mohl vytvořit nekonečnou síťovou strukturu, potřebuje absorbovat dávku UV záření pro rozštěpení na radikály a následné zesíťování. U vzorků, které absorbovaly dávku UV záření, není prakticky rozdíl v otěru, při různých dobách ozařování. V podstatě se dá říci, že vzorek, který bude ozařován 10 sekund, má stejné ořetrové vlastnosti jako vzorek ozařovaný 300 sekund.

Tab. 5 Zkouška stálobarevnosti v otěru (zapouštění na doprovodnou tkaninu) barva UVFM

Doba vytvrzování [s]	Zkouška stálobarevnosti v otěru (doprovodná tkanina)	
	Plazmatická předúprava	Bez plazmatické předúpravy
0	1-2	1-2
5	3	2-3
10	3	3
15	3	3
20	3	3
25	3	3
30	3	3
35	3	3
45	3	3
60	3	3
120	3	3
300	3	3

10.2. Zkouška stálobarevnosti v otěru – klasický pigmentový tisk

V tab. 6 jsou vyhodnoceny výsledky zkoušky stálobarevnosti v otěru pro klasický pigmentový tisk, provedené doprovodnou bavlněnou tkaninou a vyhodnocené podle šedé stupnice. U klasického pigmentového tisku také nemá plazmatická předúprava PES tkaniny žádný vliv na stálost v otěru. Ovšem stálost v otěru je o jeden stupeň výše než u sítotiskové barvy Ultraform UVFM.

Tab. 6 Zkouška stálobarevnosti v otěru (zapouštění na doprovodnou tkaninu) klasický pigmentový tisk

Zkouška stálobarevnosti v otěru (doprovodná tkanina)	
Plazmatická předúprava	Bez plazmatické předúpravy
4	4

Porovnání:

Při porovnání stálostí v otěru PES tkaniny, potisknuté barvou Ultraform UVFM a klasickým pigmentovým tiskem, je lepší pigmentový tisk. Tento fakt se dá odůvodnit tím, že pigmentový tisk je už několik let v popředí při potiskování textilií a barva Ultraform UVFM je na trhu novinkou. Dalším problémem je, že tato barva není přímo určená na textilní substráty.

pozn.: výsledné stálosti jsou adjustovány v příloze (viz.kap.13-příloha IV.)

10.3. Zkouška stálobarevnosti v praní – barva Ultraform UVFM

Z výsledných grafů (viz.kap.13-příloha V.) závislosti K/S hodnot při maximální vlnové délce (580 nm) na počtech praní, je vidět, že plazmatická předúprava polyesterové tkaniny má horší vliv na stálobarevnost v praní než tkanina bez plazmatické předúpravy. Také ze snímků pořízených na elektronovém mikroskopu a na vzorcích pořízených po určitých pracích cyklech (viz.kap.13-přílohy IV.;VI), je vidět, že film, vytvořený zesíťováním fotoiniciátoru rozpadlého na radikály (fixující pigment), je více opotřeбенý na plazmovaných vzorcích.

Při zadávání této diplomové práce byl předpoklad, že plazmaticky předupravené vzorky budou mít lepší stálostní výsledky, než vzorky neplazmované. Fakt ovšem je, že barva Ultraform UVFM s fotoiniciátorem, se zesíťuje na neplazmovaných vzorcích mnohem lépe.

V grafech (viz.kap.13-příloha V.) je dále vidět, že doba vytvrzování, nemá prakticky vliv na stálobarevnost v praní u neplazmovaných vzorků. Při prvním praní těchto vzorků dochází k poklesu koncentrace pigmentu upevněného na PES tkanině. U cyklu 4, 8 a 12-ti praní se sice snižují K/S hodnoty, ale tyto hodnoty vykazují lepší stálosti s pozvolným opotřeбенím tkaniny, než vzorky plazmované, u kterých dochází k prudšímu poklesu, s většími výchylkami K/S hodnot, při stejných pracích cyklech.

10.4. Zkouška stálobarevnosti v praní – klasický pigmentový tisk

Pigmentový tisk má velmi vysoké stálosti v praní. Tento fakt byl potvrzen i při řešení této diplomové práce. Z výsledných grafů (viz.kap.13-příloha V.) závislosti K/S hodnot při maximální vlnové délce remise na počtech praní, je vidět, že plazmatická předúprava měla lepší vliv na stálost v praní u vzorků, potištěných klasickou pigmentovou recepturou. Plazmovaný vzorek drží i po 8-mi cyklech praní téměř stejné hodnoty. Ovšem po 16-tém vyprání dochází k poškození filmu fixujícího pigment a tím pádem k poklesu stálosti. U neplazmovaného vzorku dochází k pozvolnému snižování K/S hodnot dříve, kdy už zhruba po prvním vyprání se materiál začíná opotřebovávat.

Porovnání:

Při porovnání stálostí v praní PES tkaniny, potisknuté barvou Ultraform UVFM a klasickým pigmentovým tiskem, je lepší pigmentový tisk. Pigmentový tisk drží zafixovaný pigment velmi dlouho, k čemuž mu dopomáhá i plazmatická předúprava. U barvy Ultraform UVFM dochází k velmi výraznému snížení K/S hodnot již po prvním praní a plazmatická předúprava K/S hodnoty ještě zhoršuje.

Pozn.: U obou zkoušek stálobarevnosti v praní, byly vzorky pro první praní doplněny doprovodnou bavlněnou tkaninou pro zjištění počátečního zapouštění barviva na doprovodnou textilií. Výsledky byly natolik dobré (žádné zapouštění barviva na doprovodnou tkaninu, ani v jednom případě), že další cykly praní byly prováděny bez doprovodné textilie a testovalo se pouze opotřebení PES tkaniny vlivem intenzivního praní.

11. Závěr

Při řešení této diplomové práce se testovala sítotisková barva Ultraform UVFM, která je vytvrditelná ultrafialovým zářením. Hlavní problematikou bylo optimální nanášení a fixace této barvy na polyesterovou tkaninu, s ohledem na stálosti a porovnáním s klasickým pigmentovým tiskem.

Po vyhodnocení výsledků je nadmíru jasné, že pigmentový tisk, co se týče nanášení tiskací pasty, fixace a stálosti je výhodnější pro využití v textilním průmyslu. Barva Ultraform UVFM není na textilní materiály přímo určená a možným řešením pro zlepšení stálosti a využitelnosti by bylo přidání akrylátového či butadienového pojidla, které by po vytvrzení materiálu přišlo ještě do styku s fixací horkým vzduchem při 150°C. Toto pojídlo by na povrchu substrátu vytvořilo film jako u pigmentového tisku. Zůstává ovšem otázkou, jestli by tento technologický postup byl ekonomicky výhodný, když u klasického pigmentového tisku, který je nejvíce využíván pro potisk textilií, odpadá operace vytvrzování.

12. Seznam použité literatury

- [1] BELLA, J. a kol.: *Potiskování textilií ze syntetických vláken*, SNTL Praha, 1981
- [2] PRÁŠIL, M., HOFFMAN, J., a kol.: *Stroje a mechanická technologie zušlechťování*, Skriptum VŠST Liberec, 1985
- [3] PRÁŠIL, M.: *Potiskování textilií*, čerpáno z přednášek na Technické univerzitě Liberec, zimní semestr 2002/2003
- [4] BARTOŠOVÁ, K.: *Optimalizace složení pigmentových tiskacích past*. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, 2004
- [5] KADERÁBEK, V., ČERNÝ, J.: *Polygrafické materiály*. Pardubice: VŠCHT, 1989. 186 s. ISBN 80-851113-07-4.
- [6] PRÁŠIL, M., ŠAŠKOVÁ, J.: *Potiskování textilií - návody na cvičení*. Liberec 2008.
- [7] PRÁŠIL, M.: *Potiskování textilií*, čerpáno z přednášek na Technické univerzitě Liberec, zimní semestr 2009/2010
- [8] THOMA, P.: *Svět tisku*, článek, Brno 01/2007, 46s
- [9] <http://www.reference.com/browse/wiki/Ultraviolet>
- [10] PRÁŠIL, M., MACHAŇOVÁ, D.: *Ekologické aspekty textilních procesů*, část II. Liberec 2009
- [11] www.aldebaran.cz/astrofyzika/plazma/basics.html
- [12] [www.DWI - LB70 Low Temperature Plasma Treatment of Textile Substrates.de](http://www.DWI-LB70.com)
- [13] <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2001-2002/Leto02/FSL02sb/sbornik.pdf>
- [14] CHEN, F. Francis: *Úvod do fyziky plazmatu*. 3. vydání. Praha: Academia, 1984. 332 s.
- [15] ZATLOUKALOVÁ, Z.: *Změny povrchu vláken působením plazmy*. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, 2007.

[16] DVOŘÁKOVÁ, E.: *Vliv stárnutí na změny vlastností plazmatem upravené textilie.*

Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, 2009.

[17] WIENER, J., PRŮŠOVÁ, M., a kol.: *Chemicko-textilní rozbory*, Liberec, 2008

[18] PROUZEK, J., DÖMOTOROVÁ, J.: *Chemické listy*, 2000, č. 5, str.19-25

13. Adjustace výsledků

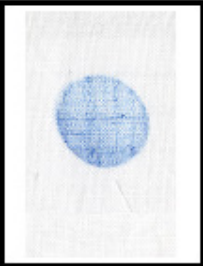











Seznam použitých obrázků

- Obr. 1 Procentuální vyjádření využitelnosti jednotlivých barviv při barvení a potiskování textilií
- Obr. 2 C.I. Pigment Red 23
- Obr. 3 Ftalocyanin
- Obr. 3 Sokrat 4924, kopolymer esterů kyseliny akrylové se styrenem
- Obr. 4 Acramin BA, kopolymer butadien-akrylonitril
- Obr. 5 Natažení polymerních řetězců vzájemným odpuzováním elektrolytů
- Obr. 6 Disociace kyseliny polyakrylové vlivem amoniaku
- Obr. 7 Pryskyřice MH (hexamethoxymethylmelamin)
- Obr. 8 Snímek sítoviny 120 mesh
- Obr. 10 Vyzařování UV záření Sluncem
- Obr. 11 UV záření vyvolané elektrickým obloukem
- Obr. 12 Postup vytvrzování UV zářením
- Obr. 13 Extrakce PES vzorků
- Obr. 14 Plazmochemický reaktor DCSBD
- Obr. 15 Plazmochemický reaktor DCSBD (detail plazmovací keramické elektrody)
- Obr. 16 Schéma stěrek, A – použitá při ručním tisku; B využívaná při strojním tisku na stole Zimmer
- Obr. 17 Vliv sklonu stěrky na protlačení barviva přes síto. A – Stěrka téměř kolmá k potiskovanému materiálu; B – Sklon stěrky výrazně větší než u stěrky A; C – válcová stěrka u strojního tisku na stroji Zimmer
- Obr. 18 Vysokotlaký UV zářič ULTRAMED (základní informace)
- Obr. 19 Spektrální průběh záření ULTRAMED 400W
- Obr. 20 Schéma ozařovací aparatury
- Obr. 22 Sušička
- Obr. 23 Šedá stupnice
- Obr. 24 Přístroj na měření stálosti v otěru a otěrací palec
- Obr. 25 LINITEST
- Obr. 26 Rastrovací elektronový mikroskop VEGA

Seznam použitý symbolů

Obr.	Obrázek
Tab.	Tabulka
UV	ultrafialové
SEM	Skenovací elektronová mikroskopie
pozn.:	poznámka
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
kap.	kapitola
s	sekundy
PES	polyester
°C	stupně Celsia
K	Kelvin
eV.	elektronvolt
C.I.	color index
nm	nanometry
λ	vlnová délka
mm	milimetr
μm	mikrometr
cm	centimetr
fa	firma
max.	maximálně
ppm	pars per milion
PVC	polyvinylchlorid
N	Newton
kPa	kilopascali

Výsledky zkoušky v otěru – neplazmované vzorky (Barva UVFM)

	0 s		30 s
	5 s		35 s
	10 s		45 s
	15 s		60 s
	20 s		120 s
	25 s		300 s

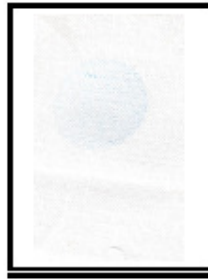
Výsledky zkoušky v otěru – plazmované vzorky (Barva UVFM)

	0 s		30 s
	5 s		35 s
	10 s		45 s
	15 s		60 s
	20 s		120 s
	25 s		300 s

Výsledky zkoušky v otěru – pigmentový tisk













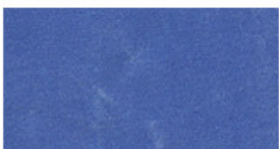







Plazmovaný



Neplazmovaný

Změna odstínu po pracích cyklech

Plazmované vzorky:

Nevytvrzené-plazmované		Vytvrzené-5s-plazmované		Vytvrzené-300s-plazmované	
	0		0		0
	1		1		1
	4		4		4
	8		8		8
	12		12		12
	16		16		16

Hodnoty vpravo u každého vzorku udávají počet pracích cyklů

Neplazmované vzorky

Nevytvrzené-neplazmované



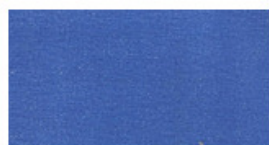
0



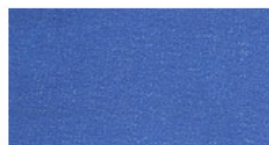
1



4



8



12



16

Vytvrzené-5s-neplazmované



0



1



4



8



12



16

Vytvrzené-300s-neplazmované



0



1



4



8



12



16

Pigmentový tisk – plazmované – neplazmované vzorky

Pigmentový tisk - neplazmovaný



0



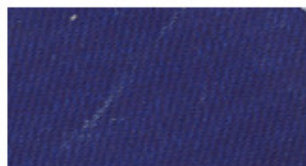
1



4



8



12



16

Pigmentový tisk - plazmovaný



0



1



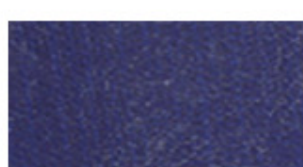
4



8

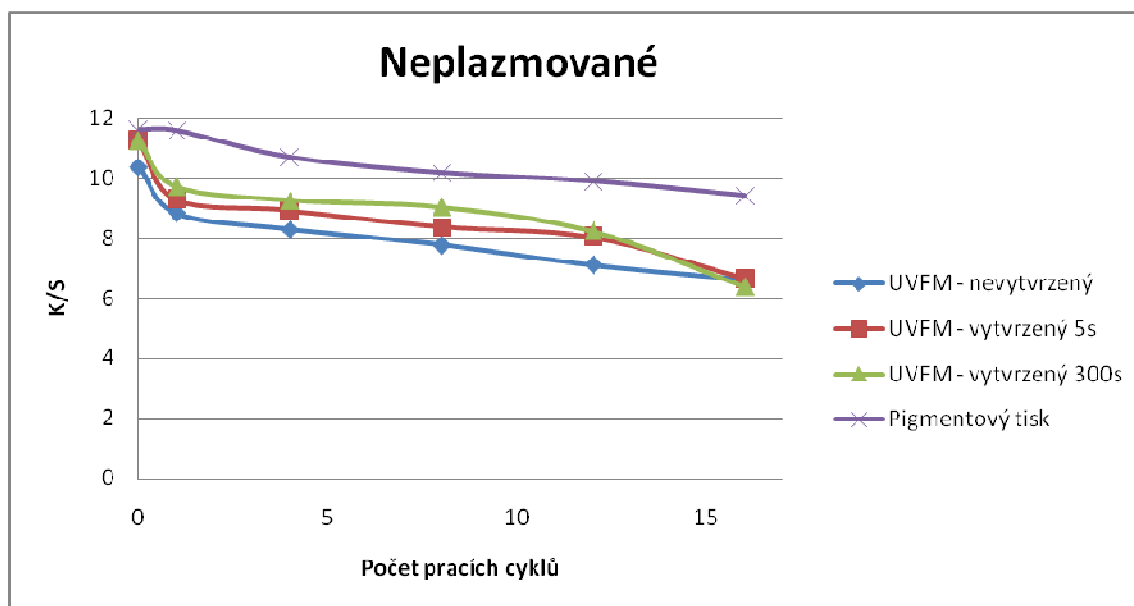
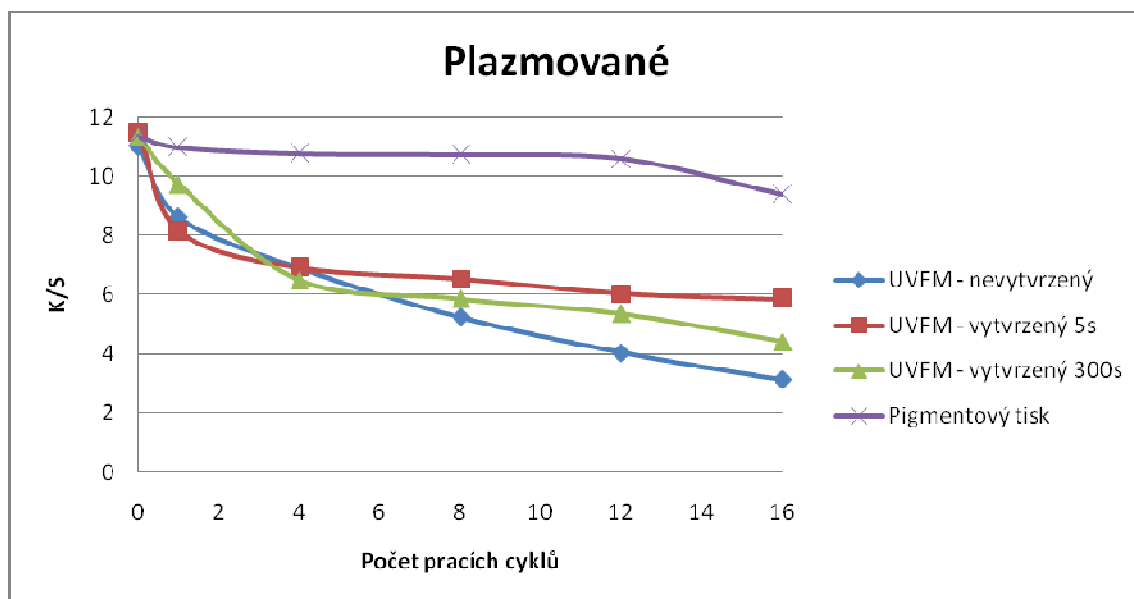


12

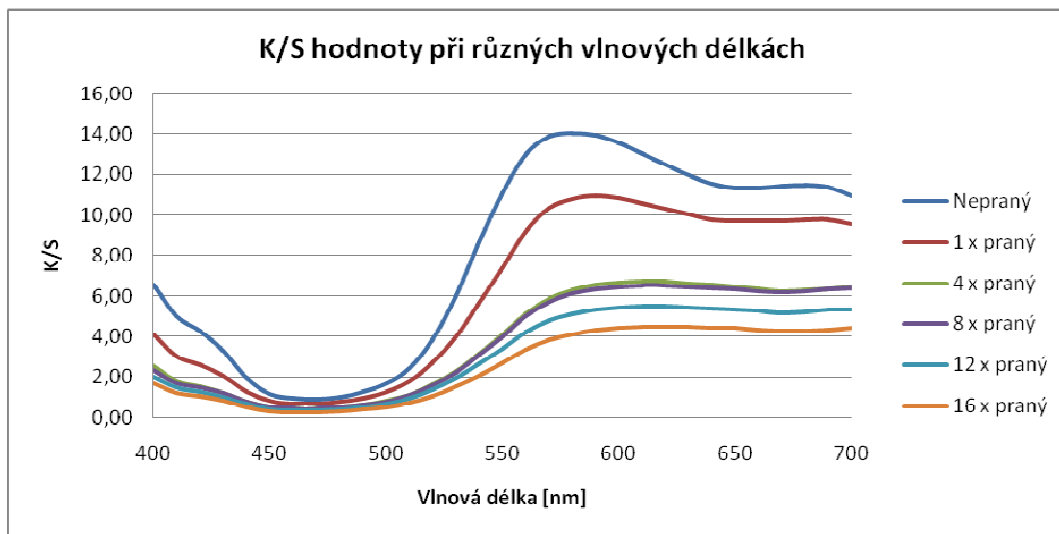


16

Grafy výsledných závislostí K/S hodnot při maximální vlnové délce (580nm) na počtech praní, u plazmovaných a neplazmovaných vzorků – opotřebení materiálu

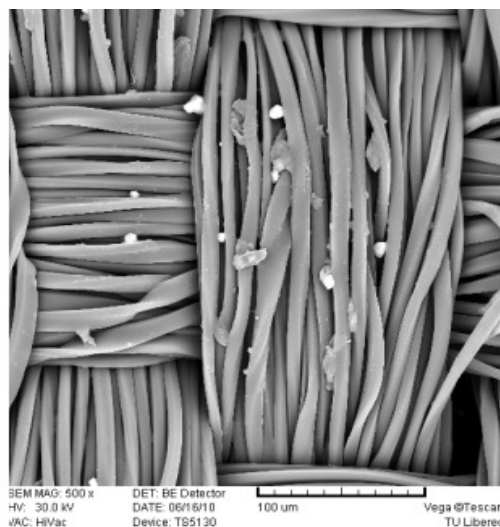
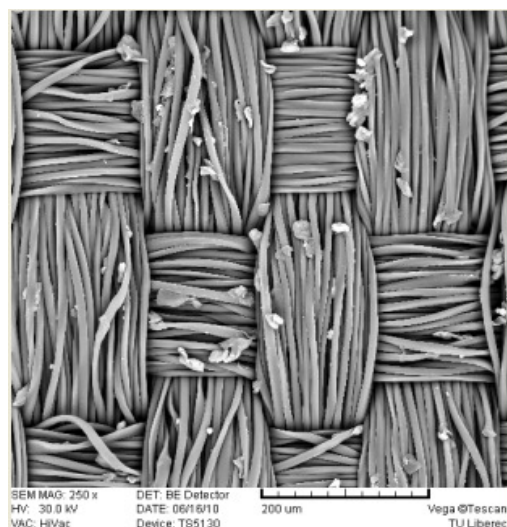


Ukázka průběhu K/S hodnot při různých vlnových délkách u
plazmovaného, 300sekund vytvrzeného vzorku

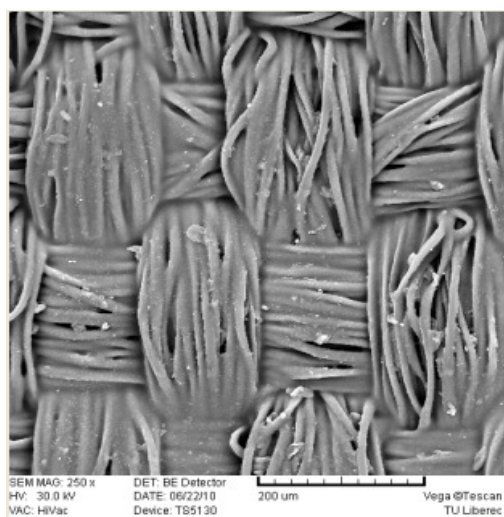


Snímky z elektronové mikroskopie

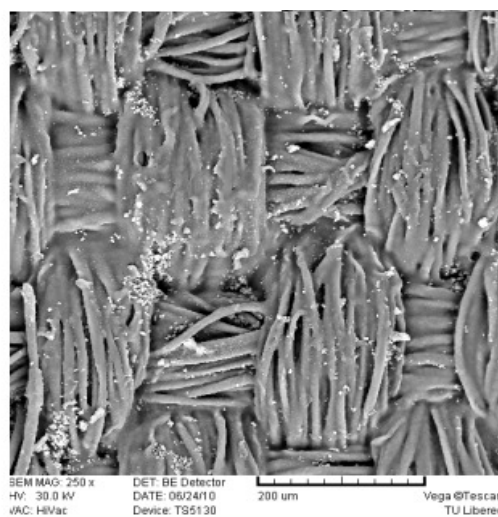
Snímky PES tkaniny před extrakcí



Plazmaticky předupravený PES - pigmentový tisk

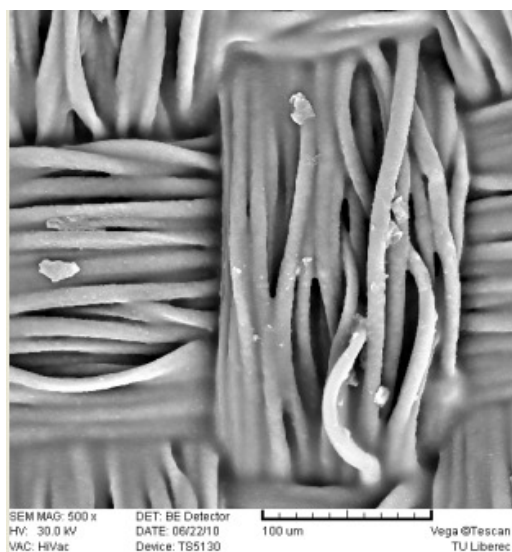


Před praním

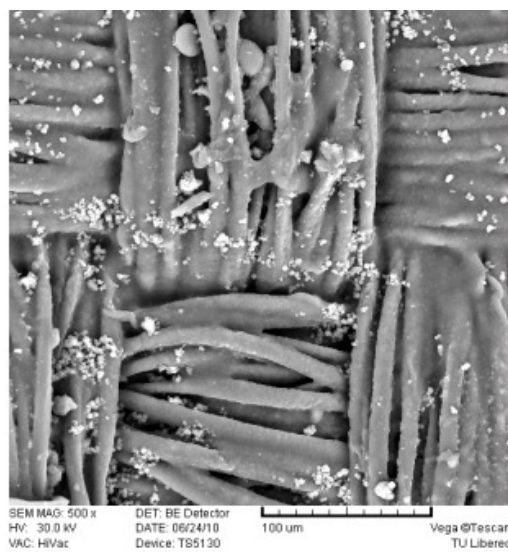


Po 16-ti pracích cyklech

PES bez plazmatické předúpravy – pigmentový tisk

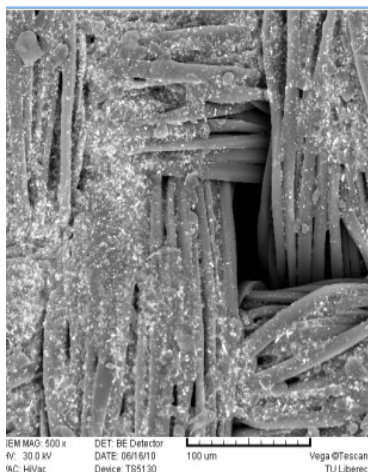


Před praním

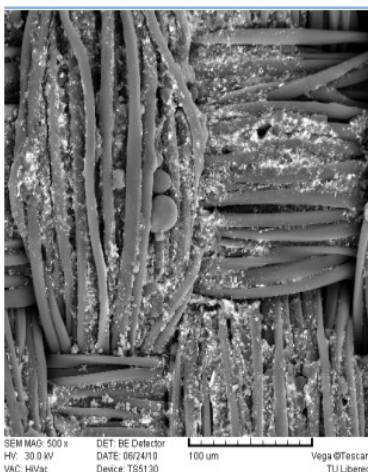


Po 16-ti pracích cyklech

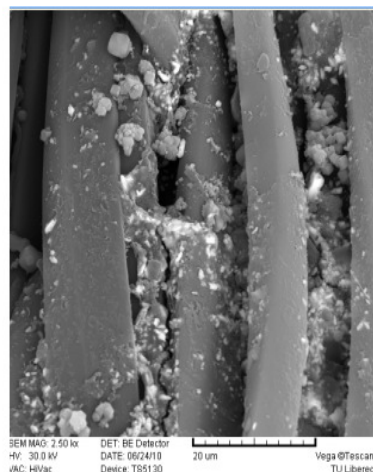
PES bez plazmatické předúpravy – barva UVFM – bez UV vytvrzení



Před praním

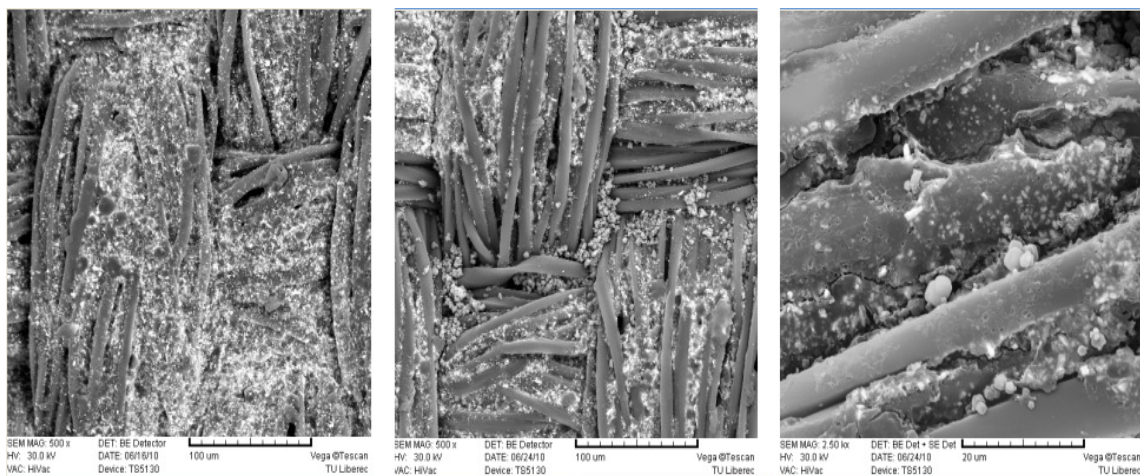


Po 16-ti pracích cyklech



Detail po 16-ti pracích
cyklech

PES bez plazmatické předúpravy – barva UVFM – při UV vytvrzení 300 sekund



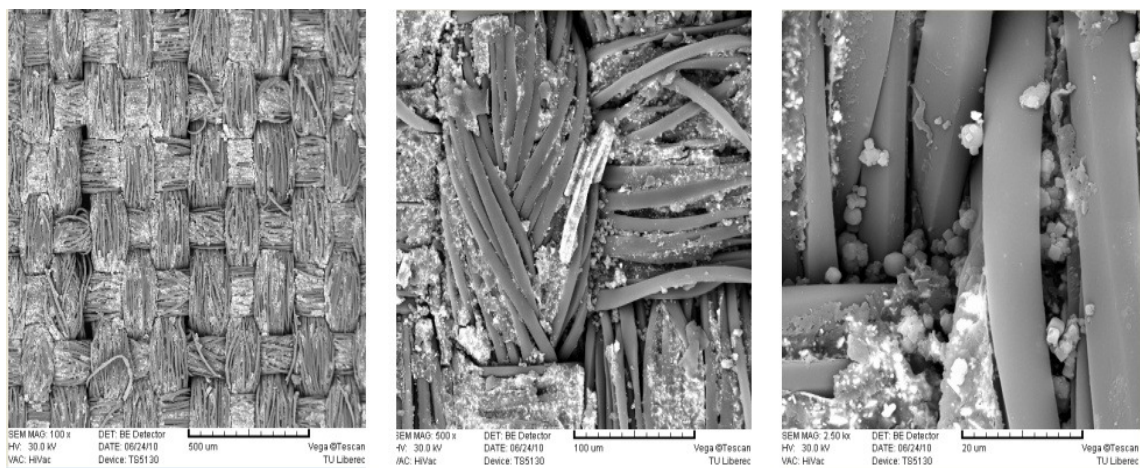
Před praním

Po 16-ti pracích cyklech

Detail po 16-ti pracích
cyklech

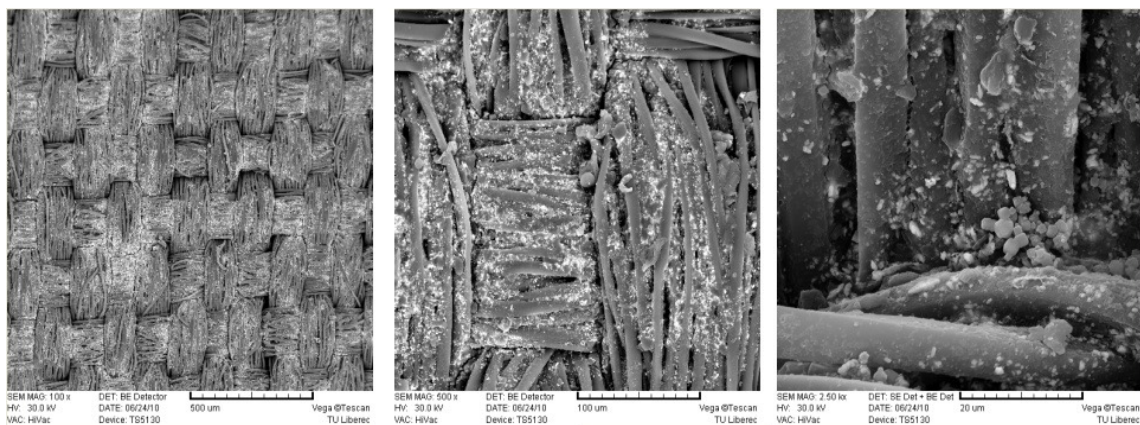
U dalších vzorků nebyly pořízeny snímky před praním – níže uvedené snímky jsou pouze po 16 – ti pracích cyklech, při různém zvětšení.

Plazmaticky předúpravený PES – barva UVFM – bez UV vytvrzení



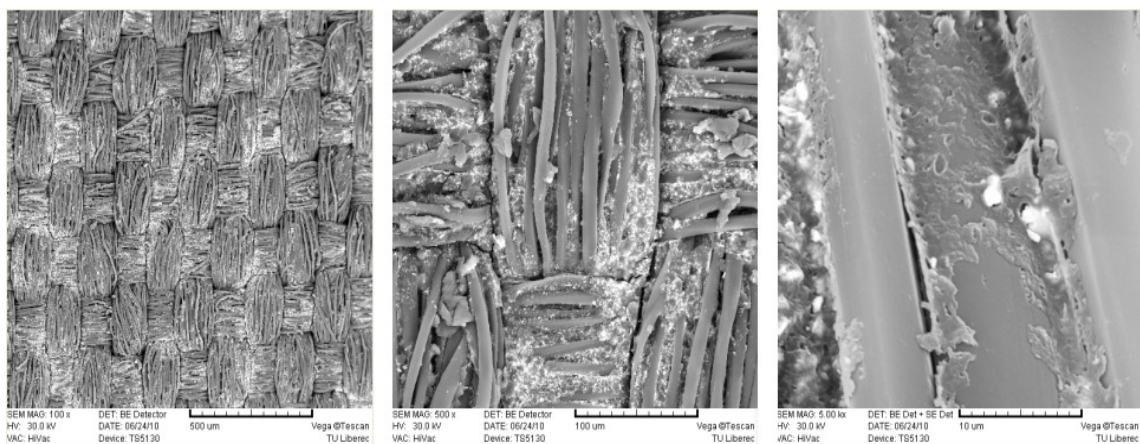
Po 16 – ti pracích cyklech

Plazmaticky předúpravený PES – barva UVFM – při UV vytvrzení 5 sekund



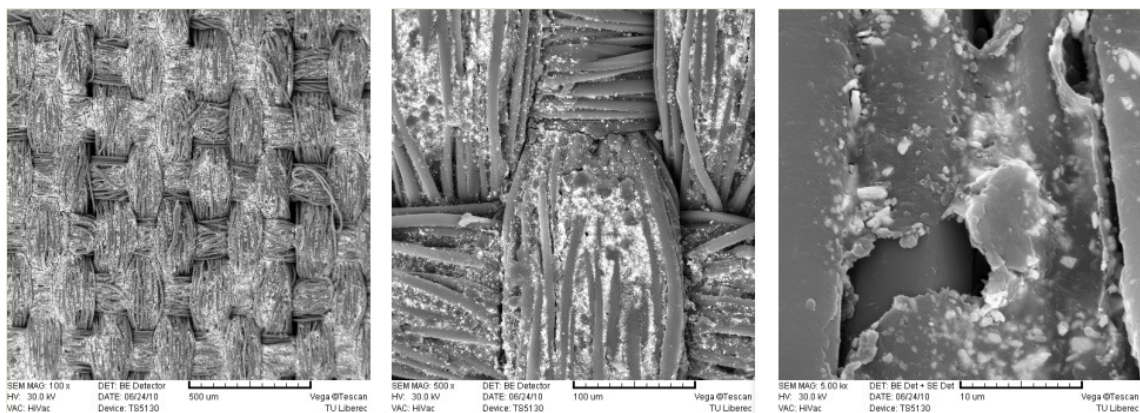
Po 16 – ti pracích cyklech

Plazmaticky předúpravený PES – barva UVFM – při UV vytvrzení 300 sekund



Po 16- ti pracích cyklech

PES bez plazmatické předúpravy – barva UVFM – při UV vytvrzení 5 sekund



Po 16 – ti pracích cyklech